

國立臺灣師範大學運動與休閒學院

體育與運動科學系

碩士論文

Department of Physical Education and Sport Sciences

College of Sports and Recreation

National Taiwan Normal University

Master's Thesis

從資料科學觀點探討籃球運動數據分析之應用

The Application on Basketball Data Analysis of the Data

Science Viewpoint

許軒瑜

Hsuan-Yu Hsu

指導教授：陳美燕 博士

Advisor: Chen, Mei-Yen, Ph.D.

共同指導：梁嘉音 博士

Co-advisor: Liang, Chia-Yin, Ph.D.

中華民國 112 年 8 月

August 2023



## 謝 辭

現在回想起來，才發現自己其實在師大念研究所的這幾年中，一切的一切都讓人如此地難以忘懷，如今好像大夢初醒一般，而此刻執筆謝辭的我腦中卻一片空白，不知從何寫起，似乎有種不開始寫就不會結束的感覺，但人總是不能沈溺於過往，而是應向前看，看未來的希望。

首先，必須特別感謝我的指導教授陳美燕老師，在我什麼都不懂的時候願意領我進門，美燕老師教給我的不僅僅是研究上的學識，更多的是做人的道理與原則，老師給的溫暖，學生我一輩子都會銘記在心，我也期許自己，未來若是有機會，我也能以這樣的方式去照顧自己的晚輩，能夠進入燕門，是我研究生涯最棒的收穫之一。其次，感謝梁嘉音老師及李逸驊老師給予我受益匪淺的建議與指導，協助我完成本篇論文，在此表示誠摯的謝忱。其次，要感謝燕門的學長姐與學弟妹，特別是心微學姊和好安，謝謝你們在我身陷論文苦海時的溫馨提醒，也謝謝你們在體研時的大力協助。

再者，我想由衷地感謝我的碩班好朋友們，威帆、林于凡、彭翔、傑喵、堯舜、Cindy，你們陪我經歷了我好多第一次，碩士班的生活，讓我真正有種認真生活的感覺，和大家相處時，發自內心的笑與快樂，以及和大家一起在研究室奮鬥的時光，會是我一輩子珍視的重要回憶。

另外，我想感謝自己，當經歷人生重大挫折與選擇後，雖經常質疑自己，常後悔卻也偶爾慶幸，但我想謝謝自己的勇敢，這並不容易，也期許自己在未來能夠更加努力，活出更精彩且屬於自己的人生。我還想特別感謝我的女友，謝謝妳在我一無所有的時候選擇我，也謝謝妳等了我一年，辛苦妳了。

最後，我想感謝我的家人，謝謝你們對我的栽培，並且包容我的任性，我會盡力地用我接下來的人生去回報你們。

許軒瑜 謹誌

國立臺灣師範大學體育與運動科學系

2023 年



# 從資料科學觀點探討籃球運動數據分析之應用

2023 年 8 月

研究生：許軒瑜

指導教授：陳美燕

共同指導：梁嘉音

## 摘要

資料科學能夠使人們將雜亂無章的數據與資料轉換成為有意義的資訊，以供決策之用。在籃球運動中，局部定位系統便是能夠將運動員的表現進行量化之儀器。因此本研究將用資料科學觀點探討局部定位系統在籃球運動數據分析之應用情形為何。研究方法分為量化與質性，量化部分透過局部定位系統監控球員在四節比賽中的跑動里程與 Player Load，以描述性統計、單因子變異數分析、相依樣本 t 檢定分析球員在不同防守策略、不同位置、不同節次中各項運動表現數據之差異；質性部分則是針對籃球教練進行半結構式訪談，以了解系統之實質效益。研究結果顯示，球員平均跑動里程最高為第一節，平均 Player Load 最高則為第四節，不同位置間前鋒經歷最高平均跑動里程與 Player Load，最低則為後衛；差異分析呈現，後衛與前鋒在跑動里程呈現顯著差異，球員在第一節與第二節之跑動里程顯著高於第三節；局部定位系統所提供之體能負荷分析可使教練將其用於模擬正式比賽之強度、控制訓練量、疲勞監控、以及監測球員努力程度；在技戰術分析之層面則是可以提供球員在場上的位置、跑動情形、與面積。然而，局部定位系統未來需要新增追蹤球之功能，優化面積計算、變換方向、跳躍、與碰撞之指標上監測的準確度。在實際應用上則是透過長期追蹤與監測選手，方能使系統功效最大化。基於上述結果，建議未來不管是研究方向亦或是實務方面皆可以長期運用系統，以進行運動表現監測與分析。

**關鍵詞：**大數據、追蹤系統、運動表現分析



# **The Application on Basketball Data Analysis of the Data Science Viewpoint**

August, 2023

Author: Hsu, Hsuan-Yu  
Advisor: Chen, Mei-Yen  
Co-Advisor: Liang, Chia-Yin

## **Abstract**

Data science enable people to transform disorderly unstructured data into meaningful information with an aim to making appropriate decision. In the game of basketball, local positioning system (LPS) can be used to quantify athletic performance. Therefore, the main purpose of this study was utilizing the viewpoint of data science to discover how to apply LPS to basketball data analysis. The research method is divided into quantitative section and qualitative section. In terms of quantitative section, data were collected from the players of National Taiwan Normal University women basketball team. Total distance and player load were measured using LPS in one match. Descriptive statistics, single-factor variance analysis, and dependent sample t-tests were used to test the differences in athletic performance between defensive strategies, game quarters, and playing positions. With regard to qualitative section, semi-structured interviews were conducted in order to explore whether the LPS can offer substantial benefits to basketball coaches. The results shows that all players presented highest relative distance covered in the first quarter and highest player load in the fourth quarter. Forwards presented highest relative distance covered and player load compared to other positions, and guards presented lowest relative distance covered and player load compared to other positions. The relative distance of forwards was significantly greater than that of guards. The relative distance of first and second quarter was greater than that of third quarter. The analysis of physical demands provided by LPS enable coaches to stimulate the intensity of basketball match, control the volume of training, and monitor players' fatigue as well as players' effort. In terms of the technical and tactical analysis, LPS can present player's

position on the court, moving pattern, and spaces among players. Nonetheless, LPS should add the function of tracking ball movements and optimize the accuracy of monitoring the calculation of space, change of direction, jumping, and collision in the future. Furthermore, tracking and monitoring athletic performance over a great period of time can maximize the efficiency of LPS. Hence, based on the aforementioned, it is recommended that LPS should be used as monitoring and analyzing athletic performance regularly in both practical and research aspects in the future.

**Keywords: big data, tracking system, performance analysis**



# 目次

謝辭.....	i
中文摘要.....	iii
英文摘要.....	v
目次.....	vii
表次.....	xi
圖次.....	xiii
<b>第壹章 緒論.....</b>	<b>1</b>
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究問題.....	3
第四節 研究重要性.....	3
第五節 名詞釋義.....	5
<b>第貳章 文獻探討.....</b>	<b>7</b>
第一節 資料科學之相關研究.....	7
第二節 運動數據分析之相關研究.....	9
第三節 局部定位系統之相關研究.....	15
第五節 本章總結.....	21

<b>第參章 研究方法</b> .....	<b>23</b>
第一節 研究架構與流程.....	23
第二節 研究對象.....	26
第三節 研究工具.....	27
第四節 資料處理與分析.....	30
第五節 研究信實度.....	32
第六節 研究倫理.....	34
<b>第肆章 結果與討論</b> .....	<b>37</b>
第一節 球員運動表現數據.....	37
第二節 球員運動表現數據之差異.....	43
第三節 局部定位系統在體能負荷分析之應用.....	55
第四節 局部定位系統應用於籃球技戰術分析.....	66
第五節 局部定位系統當前限制與未來展望.....	77
<b>第伍章 結論與建議</b> .....	<b>85</b>
第一節 結論.....	85
第二節 建議.....	88
第三節 研究限制.....	90

參考文獻 .....	91
附錄一 訪談同意書 .....	99
附錄二 訪談大綱 (教練) .....	100





# 表次

表 2-1 LPS 應用於各類運動項目之文獻綜整.....	17
表 2-2 LPS 應用於籃球運動之文獻綜整.....	18
表 2-3 LPS 應用於籃球運動之研究結果.....	19
表 3-1 量化研究對象一覽表.....	26
表 3-2 球員上場分配及防守策略表.....	27
表 4-1 球員各項表現數據之描述性統計表.....	38
表 4-2 不同節次之球員在各項表現數據之描述性統計表.....	38
表 4-3 後衛球員在不同節次運動表現數據之描述性統計表.....	39
表 4-4 前鋒球員在不同節次運動表現數據之描述性統計表.....	39
表 4-5 中鋒球員在不同節次運動表現數據之描述性統計表.....	40
表 4-6 球員各項數據之平均數.....	41
表 4-7 不同防守策略球員跑動里程之相依樣本 t 檢定摘要表.....	44
表 4-8 不同防守策略下球員 Player Load 之相依樣本 t 檢定摘要表.....	45
表 4-9 球員在不同節次跑動里程之描述性統計表.....	46
表 4-10 球員在不同節次跑動里程之變異數分析摘要表.....	47
表 4-11 球員在不同節次 Player Load 之描述性統計表.....	47
表 4-12 球員在不同節次 Player Load 之變異數分析摘要表.....	48

表 4-13 不同位置球員跑動里程之描述性統計表.....	49
表 4-14 不同位置球員跑動里程之變異數分析摘要表.....	50
表 4-15 不同位置球員 Player Load 之描述性統計表 .....	50
表 4-16 不同位置球員 Player Load 之變異數分析摘要表 .....	51



## 圖次

圖 2-1 維吉尼亞騎士隊之擋拆數據分析.....	11
圖 2-2 杜克藍魔鬼隊之投籃數據分析.....	11
圖 3-1 研究架構與流程圖.....	25
圖 3-2 局部定位系統架設位置.....	28
圖 3-3 創明局部定位系統.....	28
圖 4-1 全場盯人防守與半場區域防守球員跑動里程之比較.....	44
圖 4-2 全場盯人防守與半場區域防守球員 Player Load 之比較 .....	45
圖 4-3 球員在不同節次之跑動里程比較.....	46
圖 4-4 球員在不同節次之 Player Load 比較 .....	47
圖 4-5 不同位置球員在跑動里程之比較.....	49
圖 4-6 不同位置球員在 Player Load 之比較 .....	50
圖 4-7 局部定位系統面積圖.....	75



# 第壹章 緒論

本章節共分為五節，第一節闡述本研究之背景動機；第二節為說明研究目的；第三節提出本研究之問題；第四節為名詞釋義；第五節為研究重要性。

## 第一節 研究背景與動機

2012 年，於哈佛經濟評論中的一篇文章，其標題為「資料科學家是二十一世紀最性感的職業」，此篇文章中，作者提及在競爭激烈的商業環境中，企業需要能夠運用大數據分析與人工智慧等技術的資料科學家，透過資料科學，企業管理階層能夠在雜亂無章的數據中理出頭緒、發現脈絡、以及挖掘出潛藏在數據底下的故事，除此之外，企業也可利用資料科學發現問題並且策劃具體解決之道 (Davenport & Patil, 2012)。而資料科學亦可為多項垂直相關的產業解決問題，其中包括，教育、媒體、保險、零售、大眾運輸、及健康照護等。華爾街科技日報 (Wallstreet & Technology) 針對 2015 年市場展望進行預估，並指出，2018 年時美國將出現 19 萬名資料科學家短缺之現象，全球需求則將會來到 170 萬人 (Becca, 2014)。為了因應此現況，美國知名大學如哈佛大學、史丹佛大學等學校也開始意識到這波隨著數據時代來臨所帶來的人才荒，相繼增加有關電腦科學與資料科學之選修課程，其目的不為別的，只為趕上資料科學所引領的時代 (林蕙如，2015)。

資訊科學的風起雲湧，除了影響上述之產業外，與統計數據相關的運動產業也開啟了重大的改變。其中知名電影「魔球 (Moneyball)」的策略，即是從資料科學中，大數據觀念所引申出來的。2002 年美國職棒大聯盟 (Major Baseball League, MLB) 奧克蘭運動家隊總經理 Billy Bean 運用數據分析，採用出乎意料之球員佈局方式，成功帶領球隊追平 MLB 20 連勝的紀錄，因此，2004 年著名財經作家 Michael Lewis 據此寫出暢銷

書魔球—逆境中致勝的智慧 (Moneyball: The Art of Winning an Unfair Game)，之後更拍成賣座電影 (Lewis, 2004)。

天普大學商業暨資訊科技研究中心於 2014 年的研究報告特別提及全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 大數據分析之案例，GPS 可以藉由穿戴式裝置追蹤運動員在場上的跑動情形及相關運動表現，並透過數據分析的方式進行運動表現分析、傷害預防、以及戰略分析；研究報告亦指出，在 2013 年於全球累計超過 300 個運動組織採用該分析系統 (Maxcy & Drayer, 2014)。然而，全球定位系統依然有些許限制，其中包括衛星與接收器存在定位上的誤差，以及 GPS 易受到建築物之蒙蔽影響導致無法運用於室內運動項目 (Bastida-Castillo et al., 2019; Rico-González et al., 2020)。隨著定位技術的逐漸成長，過去主要被用於其他領域的局部定位系統 (Local Positioning System, LPS) 也開始被用在運動領域，此種定位系統主要用於室內運動項目，並且能夠量化球員運動員之運動表現、進行戰略分析、以及疲勞監控與傷害預防 (方麒堯、相子元，2020)，其精準度與信效度也被許多學者證實 (Rico-González, Los Arcos, Clemente, Rojas-Valverde, & Pino-Ortega, 2020)，而近年來，越來越多研究開始將局部定位系統應用於籃球運動當中。因此，本研究將利用資料科學之觀點，以 12 名大專公開女子甲一級籃球運動選手為對象，深入探討局部定位系統如何應用於籃球運動數據分析，並將所得數據加以分析，接著在透過半結構式訪談教練，以更進一步了解此系統帶給籃球運動團隊之效益。研究結果除了能夠提供給我國籃球技術教練，以及職業球團與聯盟經營者外，亦可提供給學術機構以及定位系統開發人員參考。

## 第二節 研究目的

依據前述之研究背景與動機，本研究以國立臺灣師範大學女子籃球隊為研究對象，探討局部定位系統在籃球運動數據分析之應用情形。故本研究之研究目的如下：

- 一、呈現球員場上運動表現數據。
- 二、比較場上球員運動表現數據之差異。
- 三、瞭解教練對於使用局部定位系統之觀點與效益。

## 第三節 研究問題

根據上述之研究目的，本研究欲探討以下之問題：

- 一、球員場上運動表現數據為何？
- 二、場上球員運動表現數據之差異為何？
- 三、教練對於使用局部定位系統之觀點及效益為何？

## 第四節 研究重要性

競技運動表現經常被視為展現國力其中之一作法，出色的國際體育競賽成績亦能為國家提升其國際地位，而我國在跆拳道、射擊、羽球等運動項目皆能在國際運動賽事中取得佳績。然而，許多球類團體運動項目（籃球、排球、足球）卻鮮少在國際賽事中獲得亮眼的成績。造成如此結果之原因，或許是因為我國運動選手在先天生理條件

上的不足所導致，但反觀鄰近之國家，韓國及日本，其身材以及生理條件皆與我國相似，卻能屢屢在亞洲的國際賽事中突破重圍，甚至踏上奧林匹克運動會的賽場。由此可見，即便生理條件處於劣勢之情況，透過其他外部之協助，包括完善的訓練、運動科研的幫助、科技的輔助以及大數據分析...等方式，皆能夠幫助我國競技運動選手彌補先天的不足，踏上更高層級之競技運動殿堂。

雖然我國目前已有許多運動表現數據分析之研究，然而，卻鮮少有學者從資料科學觀點，以及教練的角度探討籃球數據分析的應用。資料科學的目的即在於透過分析資料後，將其轉換為有意義的資訊，以提供實質改善建議、做出決策與預測未來。因此透過資料科學之觀點探討籃球運動數據分析，在學術上能夠提供相關研究主題不同層面的認知；在實務面向則是可以藉由教練在使用局部定位系統後所提供之反饋，提供給予我國國家運動代表隊以及職業運動聯盟與球團，使我國選手能夠透過資料科學以及運動科研的方式，提升運動表現，在國際賽事中脫穎而出，為國爭光，亦能使國內職業運動選手藉由客觀數據分析改善其運動表現，因此持續保有賽事精彩度與競爭性，聯盟與球隊得已吸引觀眾長期支持與進場觀賽，進而達到長遠發展以及永續經營之目標。

## 第五節 名詞釋義

### 一、資料科學 (data science)

資料科學，是透過數據來萃取出具有意義以及價值的資訊與知識 (Provost & Fawcett, 2013)，其結合眾多領域之專業知識，是一個由數學、電腦科學、及應用領域所結合的跨領域科學 (Nazrul, 2018)。

### 二、局部定位系統 (local positioning system)

LPS 是一種和 GPS 原理相似的無線電頻率科技，在這項科技的應用下，衛星的訊號被球場四周所架設的機器取代；此項科技能減少接收衛星訊號相關的誤差，信號從球場發射器發送訊號到球員身上的接收器，利用訊號抵達的時間、抵達的角度、訊號強度、訊號抵達的時間差，並藉由三角定位的原理，追蹤運動員在室內外運動場的相關位置以及移動情形 (Rico-González, Los Arcos, Clemente, Rojas-Valverde, & Pino-Ortega, 2020)。



## 第貳章 文獻探討

本章針對與本研究相關文獻進行探討與整理，全章共分四節；第一節為資料科學之相關研究；第二節為運動數據分析之相關研究；第三節為局部定位系統之相關研究；第四節為本章總結。

### 第一節 資料科學之相關研究

資料分析最早是由丹麥學者 Naur 於 1968 年所提出的概念，Naur 認為資料分析是一項研究如何處理資料的科學，並且與許多相關學科具有密切的關聯，隨後，Naur 於 1974 年出版第一本資料分析相關書籍。1989 年，Gregory Piatetsky-Shapiro 舉辦了第一屆的資料庫知識發掘研討會 (Knowledge Discovery in Databases)，此研討會也造就了日後許多有關資料挖掘與知識發掘相關研究的大量出現，並且讓資料科學的研究觸及更多人。1989 年，第一次以「資料科學」為主題以及名稱的研討會在日本神戶舉行，其名稱為：資料科學、分類與相關方法。2002 年，國際科學總會 (International Council for Science) 成立資料科學與技術委員會，且出版學術期刊 (The CODATA Data Science Journal)。除此之外，哥倫比亞大學也於 2003 年出版有關資料科學之學術期刊 (The Journal of Data Science)。自此，資料科學漸漸被學術界認可與重視，並將其視為一種新興的跨領域科學 (Akerkar & Sajja, 2016)，許多美國知名大學也相繼設立資料科學碩士學程，其中包括紐約大學、史丹佛大學與柏克萊大學...等 (Donoho, 2017)。

然而，資料科學一詞卻經常與統計混為一談，甚至許多人無法分別出這兩者之間的差異，因此何謂資料科學，其與統計的差別為何，需進一步釐清。首先，過往學者提出，資料科學為跨領域科學，其涵蓋的眾多學科領域包含統計、資料探勘、機器學習、數據分析等，其用途則是從結構與非結構性的大數據資料中理出頭緒與脈絡

(George, Osinga, Lavie, & Scott, 2016)。其次，Akerkar 與 Sajja (2016) 認為，資料科學是運用系統性的方法及分析來了解數據與資料背後所代表的意義，並將其用於解決問題以及組織決策制定之依據。再者，根據 Donoho (2017) 的文獻中指出，密西根大學給予資料科學的定義為，將巨量異質性的資料或數據進行收集、管理、處理、分析、視覺化呈現、與結果的解釋，並且能夠廣泛應用於不同領域的跨領域科學，而資料科學家即是，運用科學方法解放原始資料和數據，並給予其意義的專業人士。最後，Cao (2017) 提出，資料科學為結合統計、資訊學、計算、電腦科學、資訊視覺化、以及管理的新領域，其目的是用於將數據與資料轉化成有意義之資訊以及做決策之用。而資料科學手冊之作者 Cady (2017) 則表示，資料科學是一項需具備軟體工程技術以及數理方面等才能的領域，因為資料科學家不僅要能夠分析數據，且經常需要透過程式的撰寫進行原始資料的搜尋以及萃取，是一項涵蓋相當廣泛專業領域的科學。

綜合上述文獻所整理可得知，資料科學為一項跨領域科學，其包含數理、電腦科學、以及其他應用領域，而統計則為資料科學所涵蓋的眾多學科領域以及方法之一。透過資料與數據的收集、處理、分析以及視覺化的呈現，將原先非結構性與雜亂的數據和資料轉換成為有意義的資訊，以達到解決問題、做出決策、甚至預測未來之用。

## 第二節 運動數據分析之相關研究

### 一、運動大數據分析

大數據以及許多進階數據分析方式早已被廣泛應用於運動產業當中，隨著科技以及數據分析的方式日新月異，許多職業運動球團亦開始運用大數據分析，其中在美國職籃 (National Basketball Association, NBA)，有 80% 的球團會在球隊人員編制當中納入數據分析師，而在美國職棒大聯盟 (Major League Baseball, MLB) 中則是高達 97% 的球團採取此作法 (Maxcy & Drayer, 2014)，然而有關於大數據應用於運動產業的探討卻無人給予其明確之定義，基於此，程紹同 (2016) 與美國喬治亞州立大學 (Georgia State University) 資深運動行銷教授 Brenda Pitts 將運動大數據定義為：「凡是因運動或是運動研究領域所產生的所有巨量數據，透過科技創新的處理技術後，所萃取出具有意義以及價值的資訊，可供運動市場中的個人及組織所應用與參考」，而目前運動大數據分析包括運動表現分析、教練決策分析、球迷數位體驗分析、球迷行為與互動分析、以及運動組織運作分析 (程紹同，2016)。

經由回顧大數據分析應用於運動中的文獻來看，可以發現其應用層面相當廣泛，遍及各項運動、包含各類不同種數據分析模式、以及不同面向之探討。其中，將大數據分析應用於運動產業中最知名例子即是「魔球」，早在 1970 年代，知名棒球歷史作家與統計學家 Bill James 便將一系列棒球統計數據分析命名為：賽伯計量學 (Sabermetrics)，而經典電影魔球就是描述美國職棒大聯盟奧克蘭運動家隊，透過數據分析的方式，克服預算不足等劣勢，並且在未被看好的情況下，不斷獲勝、屢創佳績，寫下棒球史上一頁傳奇 (Lewis, 2004)。而根據程紹同 (2016) 指出，運動領域之大數據分析應用主要可分為「運動競技分析」與「運動輔助管理」分析兩大類。因此，以下將彙整大數據分析應用於此兩種運動領域之相關研究結果加以評述及整理。

## 二、大數據應用於運動競技分析之相關研究

競技運動本質其中之一即在於全力追求比賽勝利以及贏得冠軍，不管在任何層級之運動團隊與組織皆竭盡所能的找尋有效提升運動表現之方式，其目的不為別的，只為了捧得最後的金杯。繼魔球效應顛覆了美國職業運動團隊與組織之運作模式後，將大數據分析套用在運動當中儼然成為了引領及預測比賽勝利一項指標。

2014 年巴西世足賽中，德國隊運用由 SAP 所開發的競賽分析「Match Insights」系統來監測球員及團隊的訓練情形、備賽狀態、以及競賽表現 (Bojanova, 2014)，此系統能分析個別球員的跑動速度、身體狀態、傳球成功率、衝刺速度、搶斷次數、隊形狀況、以及隊內成員整體狀況等資料，並且能夠快速的將這些數據視覺化的呈現，以提供教練團、訓練員、以及球員參考 (程紹同，2016；Bojanova, 2014)。

除此之外，由 STATS 公司所研發的 SportVU 追蹤系統已被運用於多個運動項目，包括籃球以及足球，其主要透過架設於球場四周的攝像機，以量化球員在場上的跑動速度、跑動距離、球員間相對空間、持球時間、以及其他等等更詳細之數據，並搭配其所建立之數據資料庫，以提供教練及訓練人員相當全方位及完整的球員數據。以下為 SportVU 追蹤系統所呈現之數據資訊。

圖 2-1 是為美國 NCAA 第一級男子籃球錦標賽隊伍，維吉尼亞騎士男子籃球隊之比賽數據分析，圖中所呈現之資訊比賽中球員擋拆執行所得分數以及次數等；透過此呈現方式，球員可清楚得知自己在比賽中擋拆執行情形，教練與球員亦可得知最佳擋拆配合成功率之球員組合為何。



31-2

**Ball Screen Combinations | Virginia Cavaliers**

Ballhandler	Screener	Screens	Points	Points/Screen	Plays	Usage%	Points/Play	Team Points	Team PPP
Jerome, Ty	Salt, Jack	22	8	0.36	7	31.8%	1.14	29	1.38
Jerome, Ty	Wilkins, Isaiah	11	3	0.27	5	45.5%	0.60	9	0.90
Jerome, Ty	Diakite, Mamadi	11	4	0.36	4	36.4%	1.00	20	1.82

圖 2-1 維吉尼亞騎士隊之擋拆數據分析

資料來源：STATS 官方網站，取自 <https://www.statsperform.com/resource/analyzing-ncaa-tournament-acc-powers-using-stats-sportvu/>，2020 年 10 月。

圖 2-2 為美國 NCAA 第一級男子籃球錦標賽隊伍，杜克大學藍魔鬼男子籃球隊之比賽數據分析，圖中所呈現之數據為球員在不同運球次數之投籃命中率，透過此呈現方式，球員能夠清楚的了解自身在實戰中之無運球及運球後投籃命中率為何。除此之外，這樣的數據分析可作為未來訓練計畫擬定之依據，並透過建立及觀察各場比賽之



Atlantic Coast

Duke Blue Devils

26-7

**Shot Summary | Duke Blue Devils (thru 2 games)**

Player Name	0 dribbles		1-2 dribbles		3-4 dribbles		5+ dribbles	
	FGM-FGA	3PM-3PA	FGM-FGA	3PM-3PA	FGM-FGA	3PM-3PA	FGM-FGA	3PM-3PA
Allen, G.	6-8 (75.0%)	6-8 (75.0%)	2-5 (40.0%)	1-2 (50.0%)	1-3 (33.3%)	1-3 (33.3%)	2-5 (40.0%)	1-3 (33.3%)
Trent Jr., G.	2-8 (25.0%)	2-7 (28.6%)	2-7 (28.6%)	0-3 (0.0%)	3-4 (75.0%)	0-0	3-6 (50.0%)	1-1 (100.0%)

相同數據，加以比較與檢視運動員訓練成效。

圖 2-2 杜克藍魔鬼隊之投籃數據分析

資料來源：STATS 官方網站，取自 <https://www.statsperform.com/resource/analyzing-ncaa-tournament-acc-powers-using-stats-sportvu/>，2020 年 10 月。

除了上述所提及之實際運動表現數據分析外，許多過往研究針對其他運動表現分析方式進行深入探討，其中，全球定位系統 (GPS) 早已被廣泛運用於多項運動當中，包括橄欖球、美式足球、板球、曲棍球、以及足球。透過計算運動員在場上的移動情形，GPS 能夠將選手的體能負荷進行量化，以衡量選手在場上之運動表現及監測選手生理反應等，而這些量化後的數據都可作為教練訓練計畫安排之依據 (Cummins, Orr, O'Connor, & West, 2013)。

在過往研究中，Jennings, Cormack, Coutts, & Aughey (2012) 運用 GPS 探討世界級曲棍球賽事之球員體能負荷，其研究結果指出，球員在為期九天共六場賽事中，體能負荷無呈現顯著差異，意即球員能夠從第一場賽事至最後一場皆維持高強度之運動表現；其次，Brito, Roriz, Silva, Duarte, 與 Garganta (2017) 的研究在於探討足球場之人工草皮及天然草皮對於選手跑動情形是否有影響，其研究結果顯示，年輕選手在天然草皮上會有較少的跑動，而在人工草皮則是會有較多的跑動；最後，Kempton, Sirotic, 與 Coutts (2017) 的研究則是針對較成功與較不成功之職業橄欖球隊進行體能負荷以及技戰術分析，並且進行比較，研究結果指出，較成功之隊伍會有較長持球時間以及較少失誤表現，而體能負荷的部分，在兩者之間沒有顯著差異。

### 三、大數據應用於運動輔助管理之相關研究

程紹同 (2016) 提出，由於資訊科學時代的到來，促使許多商業導向的職業運動聯盟開始進行科技轉型，透過即時數據分析的方式，在線上提供球員表現與戰況分析等各類資訊，以滿足現代球迷觀看運動賽事之需求；此作法亦可讓職業運動聯盟與球團獲得球迷及運動消費者的相關資料，以進行市場區隔，分析不同類型進場觀眾的消費行為，滿足其特定需求。由此可得知，不止是運動員整體表現及戰略分析，其實運動商業組織經營模式皆與資訊科學及數據分析息息相關。因此以下將針對大數據分析應用於運動輔助管理之相關研究加以評述與整理。

大數據分析不僅僅能針對球員的運動表現進行分析，隨著相關技術的成長，競技運動賽事的結果也能夠透過人工智慧以及機器學習等方式進行預測，這樣的賽事結果預測對於大量資金投入的職業運動賽事尤其重要。首先，Huang 與 Chang (2010) 及 Huang 與 Chen (2011) 皆運用數據以及人工神經網絡來預測世界杯足球賽的比賽結果，研究結果顯示，此預測方式能夠達到 76% 的準確度；此外，根據 Miljkovic, Gajic, Kovacevic, 與 Konjovic (2010) 的研究，其運用資料探勘的方式預測美國職籃 NBA 賽事結果能夠達到 67% 的準確度；再者，Yang 與 Lu (2012) 則是利用機器學習的方式進行美國職籃 NBA 之季後賽結果預測，其研究結果指出，雖然 NBA 季後賽的比賽不確定性較高，但是此預測方式依舊能夠達到 55% 的準確度；最後，亦有學者針對美國職棒大聯盟進行各球隊的年度勝率及晉級季後賽之名單預測，研究結果顯示，季後賽名單以及各分區球隊第一名之最高預測率皆達到 88% (羅莉雯，2019)。

在職業運動賽事當中主要的四大收入來源為，轉播權利金、門票收入、廣告贊助收入、及周邊商品之收入。而根據富比士 (2020) 指出，美國職籃 NBA 光是門票收入，就佔其總收入之百分之四十，由此可得知，門票收入對於職業運動來說是相當重要之收入來源，而透過大數據分析的方式可以幫助職業運動球團設定其門票價格。在過去，職業運動球團會在球季開始前即完成門票價格之訂定，其設定之方式主要是根據球場位置進行區分，而多數球團不會因為消費者的需求去更改票價 (Maxcy & Drayer, 2014)。

然而，Shapiro 與 Drayer (2012) 指出，門票價格在二手買賣市場經常會有相當大的變動，而二手門票買賣市場的鉅額獲利直接反映出職業球團門票價格訂定方式需改變

之事實，因此動態門票價格策略 (Dynamic Ticket Pricing, DTP) 漸漸開始被許多職業球團採用。2010 年，舊金山巨人隊透過動態門票價格之策略，提升了 7% 的門票收入 (Maxcy & Drayer, 2014)。此做法即是運用大數據分析之方式，針對影響票價之不同因素進行分析，其中包括賽季前中後期、平日或假日、比賽時間、天候因素、球員表現、座位、明星球員數量等，如此一來，球團便能根據每場比賽不同的狀況以及對戰組合進行票價之訂定，使其獲利能夠最大化 (Shapiro & Drayer, 2014)。

大數據分析除了能運用於門票價格之制定外，亦可應用在職業運動聯盟或球團之管理端，以作為球團制定決策之方針以及依據。許懷中與黃致豪 (2017) 以大數據分析球員技術層面之表現、對戰組合、與中華職棒歷年票房之關聯性，其研究結果發現，全壘打、盜壘數、打者被三振頻率、失誤數、投手不被全壘打的能力、是否為兄弟象及是否為中信鯨，為球迷購票進場觀賽中影響最大的幾個因素，此結果能夠作為球團未來在選秀中挑選新秀方針之一，教練亦可針對研究結果作為加強訓練之重點。而林文斌、葉邵緯與楊鎮浚 (2017) 則是以資料科學之觀點，探討中華職業棒球聯盟，中信兄弟象著黃衫球衣是否影響球賽勝負並創造最多球迷、原住民球員的表現是否超越其他非原住民球員、以及二軍球員能夠穩定在一軍出賽並貢獻戰力之情形，其研究結果指出，於 2014 年球季例行賽，黃衫球衣並未左右中華職棒勝負；原住民球員表現並未較佳；中職二軍球員確實值得重用，其調升至一軍規律出賽、穩定貢獻球隊戰力的二軍打者共計 19 人、堪用率 19.19%，而調升至一軍規律出賽、穩定貢獻球隊戰力的投手共計 14 人、堪用率 16.67%。

從整理上述文獻中可發現，大數據分析早已被廣泛應用於運動領域當中，其中包含運動員技戰術與運動表現分析、數據資料庫的建置、賽事結果的預測、及門票價格的訂定，其涵蓋層面從運動場上至球團管理端，可作為競技運動訓練人員安排訓練課表之依據，亦可使職業運動聯盟或球團之經營者與管理者提升選才及管理效能等目標。由此可見，大數據分析已和運動息息相關、密不可分，且不僅是當前，更是未來之趨勢。

### 第三節 局部定位系統之相關研究

#### 一、定位系統

起初，定位系統大多被使用於軍事以及科學用途，然而，此種系統隨著相關技術的逐漸成熟，漸漸被應用在其他領域當中，其中包括醫療保健、保安措施、監視與監控等 (Hasan, Hussein, Saad, & Dzahir, 2018)，在運動上的應用則是用於量化團隊運動項目的運動員在訓練與比賽時所承受的外部負荷以及團隊戰術分析。國際足球總會 (Federation International Football Association, FIFA) 將此種定位科技定義為電子表現與追蹤系統 (Electronic Performance and Tracking System, EPTS)，而 EPTS 包括全球衛星導航系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) (Global positioning system, GPS)、室內定位系統 (Local Positioning System, LPS)、以及光學影像追蹤系統 (Optical-based system, OPTs) (Rico-González et al., 2020)。

GPS/GNSS 的原理是利用衛星發射電磁波至安裝在運動員身上的感測器後回傳來計算運動員在場上的位置，OPTs 是透過架設高畫質攝像機在運動場的四周，透過特定的演算法來計算與追蹤運動員 (Rico-González et al., 2019)，而 LPS 則是利用架設於運動場四周的接受器發射電磁波到運動員身上所配戴的感測器後回傳來計算運動員在場上的位置 (Rico-González et al., 2020)。

Rico-González 等 (2020) 提出，OPTs 是最早被用於分析運動員的運動表現的追蹤系統，其使用率最高的期間為 2000 年至 2013 年，然而，此種影像追蹤系統相對昂貴以及難以安裝，因此大多數只用在分析正式運動競賽；GPS/GNSS 則是在 2014 年後被廣泛使用，但由於衛星的移動以及電磁波傳送的距離較長，使得此種追蹤系統會產生較大的誤差；除此之外，建築物的遮蔽也使得 GPS/GNSS 僅能被運用在室外運動項目 (Hameedah et al., 2018)；相較於其他兩種定位系統，LPS 的使用率較低，發展順序也較

晚，但是許多學者皆提出 LPS 為目前最精準的追蹤系統，並且會在未來被廣泛使用 (Rico-González et al., 2020)。

局部定位技術主要分為六類：紅外線、藍芽、Wi-Fi、RFID (radio frequency identification)、超音波系統 (ultrasound system) 以及超寬頻 (ultra-wide band, UWB) (Rico-González et al., 2020)；基於運動型態的考量，LPS 應用在追蹤運動員上主要是透過穿透性較強的 UWB，主要是因為選手動作快速以及在場上互相遮蔽的情形，所以需要此種高精準性的追蹤技術 (方麒堯、相子元，2020)。

在全球定位系統與局部定位系統之相關文獻比較中，首先，在 Bastida-Castillo 等 (2019) 的研究結果顯示，運用 UWB 的室內定位系統相較於 GNSS 有著較高的精準性，並且是一個適合被實際運用在運動表現以及技戰術分析的系統；其次，在 Hodder, Ball, 與 Serpiello (2020) 的研究結果指出，運用 UWB 的室內定位系統具有良好的信效度，能夠準確的測量運動員的跑動距離、速度以及位置，因此此種追蹤系統可對於團隊運動的戰術以及選手在場上的互動進行有效的分析；再者，Hoppe, Baumgart, Polglaze, 與 Freiwald (2018) 的研究結果亦顯示，對於分析團隊運動表現來說，雖然運用何種定位系統必須考量到該篇研究之目的，不同定位系統亦有其優缺點，但是 LPS 與 GPS 相較之下，依舊是一個相對準確與可靠的定位系統。

綜合以上論述可得知，雖然 LPS 發展順序較晚，相關研究相對稀少，但是許多學者皆證實此追蹤系統之精準性以及可靠性，能夠提供更精準以及全面的運動表現分析。

## 二、局部定位系統之相關研究

在 LPS 相關之研究當中，Rico-González 等 (2020) 的系統性文獻回顧結果指出，2008 年至 2018 年間僅有五篇文獻是利用局部定位系統進行運動團隊戰術分析，而這五篇中的運動項目皆為足球 (Leser et al., 2015; Olthof, Frencken, & Lemmink, 2018; Frencken & Delleman, 2008; Frencken, Lemmink, Delleman, & Visscher, 2011; Frencken, Plaats, Visscher, & Delleman, 2013)。此研究結果不僅顯示 LPS 為近年才慢慢開始被較

多研究者使用之定位系統外，目前使用此定位系統進行團隊戰術分析的運動項目多集中在足球，而 LPS 除了能應用在室內運動外，亦能運用於足球此類的室外運動。

LPS 運用於室內運動的過往研究中可以發現，此種定位系統目前被應用之運動種類包括：室內五人制足球、手球、冰上曲棍球、籃球。首先，Serrano 等 (2020) 在研究中透過 LPS 來分析室內五人制足球運動選手在場上的身體需求 (physical demands)，研究結果顯示，五人制足球選手在上下半場所承受之體能負荷沒有顯著差異，邊鋒在高速移動距離中高於中鋒；此外，Douglas 與 Kennedy (2020) 的研究結果指出，冰上曲棍球前鋒在高速跑動距離上明顯高於其他位置之選手，第三局時，進攻組與防守組在滑冰上的強度則是有降低的趨勢；再者，在 Mikalonytė 與 Paulauskas (2020) 的研究則是針對手球，利用局部定位系統來進行運動表現分析，研究結果顯示，手球選手在上下半場的跑動距離上沒有顯著差異，選手在負荷上，上下半場無顯著差異。

表 2-1  
LPS 應用於各類運動項目之文獻綜整

作者	年份	項目	應用
Frencken, 與 Delleman	2008	足球	戰術分析
Frencken, Lemmink, Delleman, 與 Visscher	2011	足球	戰術分析
Frencken, Plaats, Visscher, 與 Lemmink	2013	足球	戰術分析
Leser 等人	2015	足球	戰術分析
Olthof, Frencken, 與 Lemmink	2018	足球	戰術分析
Serrano 等人	2020	室內五人制足球	負荷分析
Douglas 與 Kennedy	2020	冰上曲棍球	負荷分析
Mikalonytė 與 Paulauskas	2020	手球	負荷分析

LPS 在針對籃球運動之應用的過往研究中，主要也是著重在於探討籃球選手在球場上之身體需求。首先，Vazquez-Guerrero 等 (2018) 於研究中使用局部定位系統來分析不同球員在不同訓練情況下之體能負荷差異，結果顯示，當訓練時，涵蓋球場範圍越大，球員在活動量與體能負荷就會隨之增加；此外，Vazquez-Guerrero 等 (2019) 則是運用 LPS 來分析籃球運動員在不同節次體能負荷之差異，研究結果指出，球員在比賽第一節會消耗較多體能，而體能負荷會隨著節次慢慢降低；再者，Pino-Ortega 等

(2019) 於研究中利用 LPS 來分析球員在比賽中體能負荷之情形，結果顯示，名次最佳之隊伍，經歷較多的高強度與高速跑動，而名次較差之隊伍，則是有著較長的跑動距離。

Trapero 等 (2019) 將局部定位系統應用在分析不同層級籃球運動員之體能負荷差異，研究結果指出，18 歲級籃球運動員相較於職業運動選手，在場上有較多加速度與減速度的動作，而職業運動選手則是在前鋒中有著較佳的最大加速度與減速度表現；其次，Garca, Vazquez-Guerrero, Castellano, Casals, 與 Schelling (2020) 則是著重在於分析不同位置籃球運動員之體能負荷差異，研究結果顯示，球員在第一節會經歷較高的體能負荷，而後衛與前鋒，相較於中鋒，經歷較長的跑動距離；再者，Portes, Jimenez, Navarro, Scanlan, 與 Gomez (2020) 則是將研究目的聚焦於分析不同性別籃球運動選手之體能負荷差異，研究結果呈現，男性後衛有較佳的減速度運動表現，女性前鋒則是在球場上有較多的加速度動作，最後我國學者鄧碧珍、戴沁琳、錢薇娟、蔡琪揚、陳仕佳 (2020) 之研究結果呈現，不同位置球員在不同攻守策略之活動量顯著差異；球員在半場攻防戰術下的活動量顯著高於全場攻防；前鋒和後衛在半場攻守策略之活動量顯著高於全場攻守策略。

表 2-2

*LPS 應用於籃球運動之文獻綜整*

作者	年份	對象性別	項目	應用
Vazquez-Guerrero 等	2018	男性	籃球	負荷分析
Vazquez-Guerrero 等	2019	男性	籃球	負荷分析
Pino-Ortega 等	2019	男性	籃球	負荷分析
Trapero 等	2019	男性	籃球	負荷分析
García 等	2020	男性	籃球	負荷分析
Portes 等	2020	女性	籃球	負荷分析
鄧碧珍 等	2021	男性	籃球	負荷分析

資料來源：本研究自行整理

表 2-3

## LPS 應用於籃球運動之研究結果

作者	監測情境	研究目的	研究結果
Vazquez-Guerrero 等 (2018)	長期訓練	分析球員在不同五對五訓練情境下體能負荷之差異	半場訓練相較於全場，球員經歷較短跑動距離、較低體能負荷、較少高強度動作以及較少高加減速度；而半場接全場五對五訓練相較於全場五對五訓練，球員經歷較長跑動距離、較高體能負荷以及較多高強度動作。
Vazquez-Guerrero 等 (2019)	多場正式比賽	分析球員在不同節次體能負荷之差異	球員在第一節會經歷較高的體能負荷；跑動里程、Player Load 與高加減速度次數皆會隨著節次而漸漸降低。
Pino-Ortega 等 (2019)	多場正式比賽	分析球員在比賽中體能負荷之情形	名次最高的隊伍經歷較低的跑動里程；後衛相較於前鋒與中鋒，經歷較高的跑動里程、高速移動以及高加速度；不同節次中，球員在第一節跑動里程、高強度跑動以及 Player Load 皆高於其他節次。
Trapero 等 (2019)	單次訓練	分析不同層級球員在體能負荷之差異	18 歲球員相較於職業球員，在不同位置上皆呈現較多的高加減速度動作；18 歲後衛與前鋒相較於職業選手，有較佳的加速度與減速度表現；而職業前鋒球員相較於 18 歲球員，有較佳最大加速度與減速度表現。
García 等 (2020)	多場正式比賽	分析場上不同位置球員在體能負荷之差異	球員在第一節經歷較高體能負荷；後衛與前鋒相較於中鋒，經歷較長的跑動距離；而中鋒則是有較多的高速跑動表現。
Portes 等 (2020)	多場正式比賽	分析不同層級與性別球員體能負荷之差異	男性球員經歷較高的高強度衝次里程；女性球員有較好的加速度與減速度比；男性後衛有較佳的減速度表現；而女性前鋒則是在場上有較多的加速度表現。
鄧碧珍 等 (2020)	單場練習賽	分析球員在不同節次與防守策略下之體能負荷差異	不同位置球員在不同攻守策略之活動量顯著差異；球員在半場攻防戰術下的活動量顯著高於全場攻防；前鋒和後衛在半場攻守策略之活動量顯著高於全場攻守策略；而球員在全場盯人及全場區域之活動量沒有顯著差異。

資料來源：研究者自行整理

綜合以上論述，目前將LPS運用於戰術分析的運動項目僅有足球，除此之外，室內五人制足球、冰上曲棍球、手球、與籃球等室內運動項目皆是用於運動員體能負荷之分析，而多數研究皆集中在近三年，此現況也代表著局部定位系統相關技術在近幾年才開始逐漸成熟。

儘管如此，許多過往研究揭證實此系統能夠有效測量運動員在場上之身體需求，多數國外文獻將局部定位系統應用於籃球運動之研究中所探討的數據指標大多是球員跑動里程、體能負荷PlayerLoad以及加速度與減速度，監測情境以多場正式比賽為主，研究對象則多以男性運動選手為主，而研究目的相對多元，其中包括不同層級、位置、性別、節次、訓練情境下，球員在體能負荷之差異；然而，在不同球風及打法下，研究結果可能大不相同，而我國目前在局部定位系統之相關研究則較缺乏，僅有鄧碧珍等 (2021) 之研究，其主要以單場練習賽探討球員在不同節次與防守策略下體能負荷之差異，但此篇文獻之研究對象為男性，目前我國尚未有文獻使用局部定位系統針對女性籃球運動選手進行體能負荷分析。因而基於此，本研究希望透過局部定位系統，分析單場練習賽中，女性籃球員在場上不同位置、不同防守策略以及不同節次中，跑動里程與Player Load之差異情形，以驗證過往研究，以及呈現不同研究對象與指標之研究結果。

然而，雖然許多文獻皆證實局部定位系統能夠協助使用者分析其場上運動表現，但是，透過文獻的整理卻可以得知，鮮少學者以實際使用者之觀點，切入探討局部定位系統所能為他們帶來的實質效益為何，因此本研究希冀以此方向做近一步的分析與討論。

## 第五節 本章總結

資料科學為一項跨領域科學，其包含數理、電腦科學、以及其他應用領域，並可以被運用在許多場域，其中包括：日常生活、商業、醫療照護、以及運動...等。透過資料與數據的收集、處理、分析、以及視覺化的呈現，原先非結構性與雜亂無章的數據和資料將能夠被轉換成為有意義的資訊，以協助人達到解決問題、做出決策、甚至預測未來之目的。

而根據前述之文獻綜整可以發現，資料科學以及許多進階數據分析方式早已被廣泛應用於運動產業當中，其中包括運動表現分析、教練決策分析、球迷數位體驗分析、球迷行為與互動分析、以及運動組織運作分析。在運動競技分析之層面，資料科學可協助競技運動教練或是訓練人員能夠透過科技的輔助所獲得的數據來掌握選手的運動表現，以進一步進行臨場戰略應變、賽後檢討之依據、以及未來訓練課表的設計；而在運動輔助管理端則是能夠運用資料科學的方式，進行門票票價之訂定、觀眾消費習慣之剖析、甚至是賽事結果的預測。可見，在運動產業中，不管是運動員整體表現及戰略分析，亦或是運動商業組織經營模式皆與資訊科學及數據分析息息相關，且依舊是未來之趨勢。

透過文獻的探討發現，此系統能夠量化籃球運動選手在場上的體能負荷，而我國在此方面之相關研究較少，研究對象僅限與男性籃球運動員，其探討的指標與變項與國外文獻相比亦是較不多元。除此之外，藉由文獻的綜整可得知，過往文獻大多聚焦於競技運動表現數據分析，鮮少有研究以使用者之角度切入，探討局部定位系統的導入能夠為他們帶來之效益為何。因此，綜上所述，本研究以資料科學之觀點，透過局部定位系統，分析女性球員在不同位置、不同防守策略以及不同節次中跑動里程與 Player Load 之差異情形，以增加我國研究戶在此方面之多元性，並藉由了解實際使用儀器之教練，深入探究局部定位系統的導入對籃球數據分析之效益為何。



## 第參章 研究方法

本研究旨在於從資料科學之觀點，探討局部定位系統在籃球運動數據分析之應用情形。依據研究目的與研究問題，本研究結合質性與量化之研究方法，首先使用局部定位系統取得球員數據，並將所得數據加以進行統計分析，再以半結構式訪談深入了解教練與球員對於局部定位系統應用之觀點。本章依序說明本研究的方法及步驟，包含第一節研究架構與流程；第二節為研究對象；第三節研究工具；第四節資料處理與分析；第五節研究信實度；第六節為研究倫理。

### 第一節 研究架構與流程

本研究目的為運用資料科學之觀點，探討局部定位系統在籃球運動數據分析之應用情形，透過第貳章文獻探討的脈絡整理與釐清後，梳理出本研究之研究架構圖與流程如圖 3-1 所示，本研究首先確定研究主題與範圍後，蒐集與分析相關文獻，並研讀過去相關文獻的研究方法，配合本研究之目的，確定適用的研究方法。之後即進行研究所須數據之蒐集，以及半結構式訪談，接著進行資料分析並且撰寫結果與討論，最後提出本研究之結論與建議。本研究研究流程主要分為「研究方向探尋階段」、「資料收集階段」、以及「分析與詮釋階段」，如圖 3-2 所示，各階段說明分述如下：

#### 一、研究方向探尋階段

本研究者透過文獻搜尋與探討的過程，了解與研究相關主題近年研究趨勢與情形，因此引發研究動機、形成研究目的、以及研究問題。經過上述之過程，確定研究方向後，進一步廣泛蒐集與閱讀研究相關主題之國內外文獻與資料，以深入了解有關「資料科學」、「運動數據分析」、與「局部定位系統在其他運動項目以及籃球運動上的

應用」之文獻與書籍，經由歸納與整理後，擬定出本研究主題、架構與流程，再選定適合之研究方法與研究工具。

## 二、資料收集階段：

本研究之資料收集階段主要分為兩個部分，第一部分為透過局部定位系統獲取球員運動表現分析之數據，第二部分為半結構式訪談，以下分別詳述：

### (一) 局部定位系統

局部定位系統之感測器將會配戴於球員的肩膀，在充分熱身後，接著便會進行比賽以及資料收集。本研究將以一場四十分鐘之5對5全場練習賽進行數據搜集，欲探討之數據指標主要是參照前章文獻探討所整理出之過往文獻，其主要探討指標為球員跑動里程與體能負荷Player Load (鄧碧珍等人，2021；Vazquez-Guerrero et al., 2018; Vazquez-Guerrero et al., 2019; Pino-Ortega et al., 2019; García et al., 2020)。

### (二) 半結構式訪談

訪談法為質性研究方法之一，其主要是透過研究者與受訪者在開放且彈性的原則下，藉由有目的性且面對面的對話，進行資料蒐集的一種方法，使研究者能夠了解受訪者對於特定議題之想法、經驗、與觀點 (鈕文英，2015)，而其中半結構式訪談具有較多合理的客觀性與彈性，且可以讓受訪者充分地表達其觀點與想法 (王文科、王智宏，2014)。因此，本研究採用半結構式訪談法，在收集球員運動表現之數據分析前，將先行擬定好訪談大綱，並於數據收集完畢後，以立意抽樣法選擇受訪者，並以半結構式訪談法針對曾使用過此套系統的教練進行資料搜集，以了解其對於局部定位系統運用於數據分析之觀點為何。

### 三、分析與詮釋階段

在選手數據收集完畢後，將選用統計軟體 SPSS 23.0 版 for Mac，進行統計分析。在訪談結束後，研究者將訪談之錄音檔轉化成為逐字稿，並把整理完的逐字稿交由各個受訪者進行檢視，以確認逐字稿之內容明確符合其所論述之觀點；接著，研究者再針對逐字稿進行酌修，並將資料進行編碼分類，以利研究者進行資料整理和分析。

最後，本研究將於兩階段資料收集完畢與處理後，根據數據分析呈現之資訊及訪談內容進行分析與詮釋，並提出研究結果與未來建議，本研究架構與流程如下圖3-2所示：

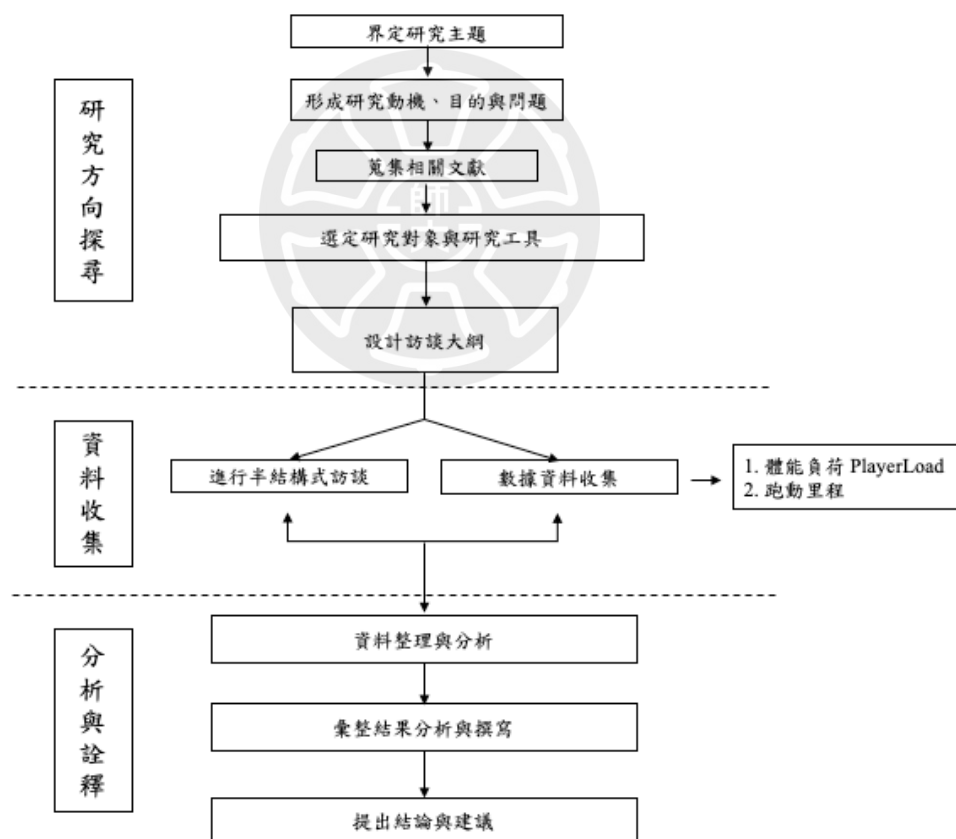


圖3-1 研究架構與流程圖

## 第二節 研究對象

由於本研究採取量化研究以及質性研究兩種研究方式，因此以下將分點論述不同研究方法之研究對象：

### 一、量化研究部分：

在量化研究部分，本研究將以 12 名大專公開組一級女子籃球選手作為研究對象，其中包括後衛 4 位、前鋒 5 位、中鋒 3 位，如表 3-1。本研究之資料來源為一場正式五對五籃球對抗賽之球員運動表現。

表 3-1  
量化研究對象一覽表

球員編號	先發/替補球員	場上位置
1	先發球員	後衛
2	先發球員	後衛
3	先發球員	前鋒
4	先發球員	前鋒
5	先發球員	中鋒
6	替補球員	後衛
7	替補球員	後衛
8	替補球員	前鋒
9	替補球員	前鋒
10	替補球員	前鋒
11	替補球員	中鋒
12	替補球員	中鋒

在正式五對五對抗賽過程中，參與本研究之 12 名球員皆屬於同一隊伍，並將其分為兩組，組別一的球員於第一節與第三節上場，組別二的球員則於第二節與第四節上場，與另一球隊進行比賽；而防守策略則會在上半場採取全場盯人防守，下半場採取半場區域防守，詳見表 3-2。

表 3-2

球員上場分配及防守策略表

節次	上場組別	防守策略
第一節	組別一	全場盯人防守
第二節	組別二	全場盯人防守
第三節	組別一	半場區域防守
第四節	組別二	半場區域防守

## 二、質性研究部分：

在質性研究，半結構式訪談的部分，本研究採用的研究方法為立意抽樣法，Patton (2002) 指出，為了要深入了解與探究研究問題之核心，立意抽樣應選擇資訊豐富之個案，因為這些資訊豐富的樣本，對於研究目的與問題擁有至關重要的資訊。為了能夠深入與實際地了解專業籃球教練對於局部定位系統在籃球數據分析之應用情形與觀點為何，因此本研究將針對實際使用過局部定位系統之我國籃球專業教練四名，作為本研究之訪談對象。

## 第三節 研究工具

本研究之研究工具主要有兩種，分別為第一部份量化研究所採用之局部定位系統，以及第二部分質性研究所使用的半結構式訪談大綱。詳述如下：

### 一、局部定位系統

本研究所採用之局部定位系統是由臺灣創明所研發的 Tromin Goalgo，其採用超寬頻 (UWB) 傳輸技術為定位解算核心，並將感測器資料採集整合到運算分析一體化；系統定位誤差範圍為 20 公分，內嵌 9 軸加速器，以呈現數據多樣性，包含體能與戰術分

析。Tromin Goalgo 局部定位系統安裝於國立臺灣師範大學公館校區體育館三樓，如圖 3-2，監控設備包含接收器、穿戴追蹤器與平板，如圖 3-3 所示。

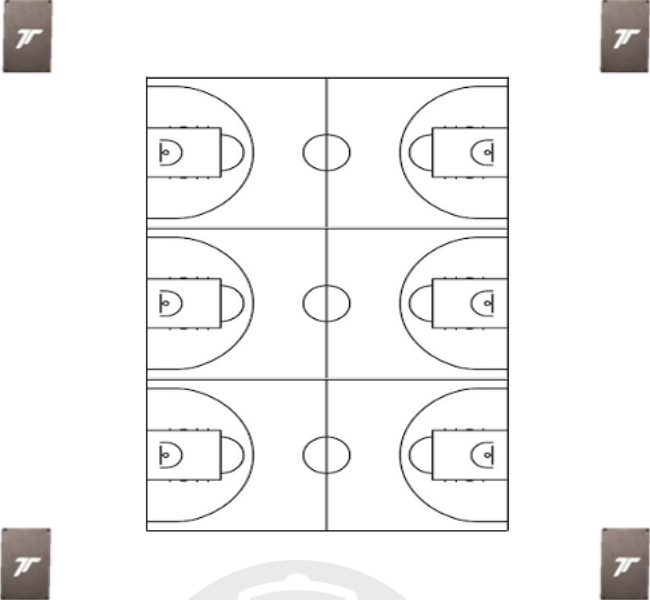


圖 3-2 局部定位系統架設位置



圖 3-3 創明局部定位系統

本研究著重探討之數據指標主要是參照前章文獻探討所整理出之過往文獻，其主要探討指標為球員跑動里程與體能負荷PlayerLoad (鄧碧珍等人，2021；Vazquez-Guerrero et al., 2018; Vazquez-Guerrero et al., 2019; Pino-Ortega et al., 2019; García et al., 2020)。

## 二、研究者本身

研究者本身為一名專業之籃球選手，從事籃球運動已長達十年之久，曾到訪許多國家進行籃球技術交流，亦入選過十八歲級青少年國家代表隊，除此之外，也在學校校隊擔任教練以及私人籃球家教，具有豐富的籃球運動背景與教學經驗。在訪談進行前，基於研究者自身競技運動員背景，因此將會使用受訪者易理解的說法與說詞進行訪談，並在正式訪談前與指導教授及專家討論，以發展出合適之訪談大綱及技巧。

## 三、訪談大綱

本研究採用半結構式訪談，在編制訪談問題前，先研讀相關文獻，彙整與歸納，接著根據研究目的與問題，進而形成訪談大綱。初稿完成後，經由指導教授進行審閱以及修正，以期能夠透過半結構式訪談，探討教練與球員對於局部定位系統應用於數據分析之觀點為何。訪談進行時，將以事前擬定之訪談問題為基準，然而，研究者同時也會保持開放且靈活之態度，根據受訪者回答之內容適切調整研究問題。本研究之訪談大綱詳見附錄二與附錄三。

## 第四節 資料處理與分析

本研究將夠過局部定位系統，以獲得球員場上之相關運動表現數據，並利用半結構式訪談深入了解球員與教練對與此系統應用之觀點，因此，本研究資料處理與分析主要分為兩部分，分別為量化研究部分與質性研究部分，以下將分別敘述：

### 一、量化資料

#### (一) 數據處理

由於本研究之研究參與者上場時間不盡相同，因此本研究參照過往文獻 Pino-Ortega 等 (2019) 之研究將研究參與者之表現數據換算成平均每分鐘之數值，其換算公式如下：

$$\text{平均跑動里程} = \frac{\text{總跑動里程}}{\text{上場時間}} \times 60 \text{ 秒}$$

$$\text{平均Player Load} = \frac{\text{總Player Load}}{\text{上場時間}} \times 60 \text{ 秒}$$

#### (二) 描述性統計 (Descriptive Statistics)

以次數分配表、平均數與標準差等統計量數呈現臺灣師範大學女子籃球隊成員之數據分析情形。

#### (三) 相依樣本 *t* 檢定 (Paired Sample *t* test)

以相依樣本 *t* 檢定分析球員採用全場盯人防守策略與半場區域防守策略對跑動里程與體能負荷 Player Load 之差異情形。

#### (四) 單因子變異數分析 (One-Way ANOVA)

以相依樣本單因子變異數分析，分析球員在不同節次中對跑動里程與體能負荷 Player Load 之差異情形，以及獨立樣本單因子變異數分析，分析不同位置球員在跑動里程與體能負荷 Player Load 之差異情形。在單因子變異數分析後，若各群

體之  $F$  值達顯著水準時，再進行雪費法 (Scheffe's method) 進行事後比較，比較出真正有差異的組別。

## 二、質性資料

在訪談結束後，將進行訪談所得資料之相關整理工作，其步驟如下：

### (一)轉錄訪談內容

結束訪談之後，首先將受訪者進行編碼，以 2 位數字表示，第一位數字為訪談先後順序，按照 1、2、3...5 加以編碼，第二位數字則為男性教練與女性教練之分類，男性教練為 1，女性教練為 2，例如：【12】表示第一位受訪者女性教練。編碼結束後，研究者會將訪談之錄音稿進行備份，接著會將訪談的內容轉錄成為逐字稿。

### (二)訪談稿之處理

訪談錄音稿轉錄成為逐字稿後，研究者會將逐字稿交給受訪者檢核，以確認逐字稿之內容確切反應出其立場與觀點。

### (二)資料處理與分析

逐字稿內容確認後，研究者會將所得之量化資料以及訪談資料一一進行比較，依照相同類別與相似觀點進行統整，並與本研究之研究目的與研究問題做前後呼應，且盡可能詳述受訪者之觀點與立場；接著，與指導教授以及研究夥伴討論本研究所整理之結果，以達到客觀地呈現與分析資料之目的。

## 第五節 研究信實度

質性研究是強調個案中的「特殊性」以及「唯一性」(潘淑滿, 2003), 因為此研究方式強調的是在某一事件或社會真實情況中, 對於特定情境與經驗的詮釋, 因此, 量化研究中所提的信度不適用於質性研究(陳向明, 2002)。高麗娟與黃光獻(2014)指出, 在質性研究當中, 信實度是質性研究者應該從研究開始到結束都必須時時刻刻思考及注意之課題, 不僅如此, 研究者甚至應該認知到信實度是採用此研究方法時所應該具備的個人信念, 而非一種方式而已(Ely, Anzul, Freidman, Garner, & McCormack, 1991)。而對於質性研究, 最容易影響其信實度的因素即為研究者之主觀反應以及偏見, 主觀反應為主要是研究者對於研究對象亦或是環境所產生的影響, 而研究者所產生之偏見則是, 研究者可能會有先入為主的想法, 或是有目的性的選擇相對特殊之資料(Miles & Huberman, 1984)。因此, 為了提升研究信實度, 本研究主要透過三角檢核法(triangulation)來檢核研究與資料之可靠性與真實性, 以下分點詳述本研究提高信實度之具體方式:

### 一、資料來源三角檢核

此方法此主要是採用多元的資料來源, 以驗證研究與資料的可靠性與一致性(Patton, 1999)。本研究主要透過相關資料搜集, 其中包括期刊論文、網站、書籍、網路媒體報導, 以及專家與指導教授提供之意見, 與訪談內容等資料, 以提升本研究之資料可靠性與真實性。

### 二、研究者三角檢核

研究者三角檢核之方法為, 再研究過程中, 以不同分析者或研究者的角度, 審視研究者資料之蒐集、分析、以及撰寫等過程, 因此本研究將採取同儕檢核以及成員檢核(Guba, 1981), 以提高本研究之研究信實度。在本研究當中, 除了研究者本身之外,

也會將透過文獻與相關資料所綜整出來的訪談大綱初稿，進行同儕審核，交由專家學者、指導教授、以及同儕審視，並進行反覆修正直至訪談大綱趨近完善，方才予以實施訪談。除此之外，研究者會在訪談後，進行成員檢核，將訪談內容轉錄為逐字稿，並請受訪者再次檢視，以確認逐字稿之內容正確呈現訪談者之觀點。

### 三、方法三角檢核

方法三角檢核主要為，運用不同研究方法之實施，交互驗證其所得結果之一致性與可靠性 (Patton, 1999)。本研究運用相關期刊論文與書籍進行文獻探討，透過局部定位系統將選手運動表現進行量化與分析數據，以及半結構式訪談，交叉檢核研究資料之可信度，以達到提升研究品質之目的。



## 第六節 研究倫理

本研究採用量化與質性並重之研究方法，量化研究部分涉及到收取大專女子甲一級籃球隊隊員之相關數據，質性研究部分則是涉及到受訪者個人隱私，而兩種研究方法皆需要實際與人做接觸，因此以下將分別論述不同研究方式所需注意及嚴格執行之研究倫理守則：

### 一、局部定位系統數據資料收集部分

由於本研究之 12 名研究參與者為大專女子甲一級籃球隊之隊員，因此本研究需以不影響其參與大專籃球聯賽為原則，在實施數據資料收集前，皆會要求每位選手進行充分熱身，並且尊重每位研究參與者。在資料收取結束後，所得之球員數據資料皆會嚴格保密且不洩露個人資料，所有資料惟用於本研究領域之範圍內。

### 二、訪談部分

在質性研究當中，研究者與受訪者之間的信任關係為相當重要之因素，關乎整體研究品質，因此在此部分，本研究參考鈕文英 (2017) 所綜整之五項研究倫理考量，以盡力達到研究者與受訪者之間互相尊重且互信之關係，以下分點詳述：

#### (一) 以誠實且尊重的態度對待研究參與者

在訪談前，研究者應以誠實的態度對待研究參與者，清楚說明此研究與訪談之目的性，並表明研究者自身身份；在訪談過程中，研究者需尊重訪談者的任何特徵，不應涉入有關年齡、性別、種族等歧視；除此之外，研究者應信守對其所作之承諾，對於事先承諾之事項，就應兌現。

#### (二) 尊重受訪者的隱私及注意匿名與保密原則

研究者需尊重研究參與者之隱私，當受訪者個人認為其所透露之資訊為隱密的，研究者應尊重研究參與者表露之意願，且在訪談過後，須嚴格保密；此

外，研究者在訪談過程中，只需蒐集與研究主題和對象相關之資訊，避免蒐集其他無關或干擾研究參與者之資訊。

### (三) 避免研究參與者受到傷害

研究者需意識到，受訪者在訪談過程中，可能經歷的沮喪或不舒服，且應採取所有必要措施，避免冒犯，並盡力使受訪者感到自在，若是研究過程中有發生非預期性的情緒以及狀況，應立即停止訪談，並作適當處理。

### (四) 取得受訪者知情同意

知情同意之基本要素包含知識、自主和能力，受訪者需對研究內容有充分的知識，並且受訪者需是有能力的人且在自主的情況下參與研究。

### (五) 確保受訪者有處理資料及得知研究結果的權利

在質性研究當中，受訪者有取得研究資料、得知資料將作何用途、如何處理與保存以及如何呈現的權利。





## 第肆章 結果與討論

本章根據前述研究架構及研究方法進行數據搜集以及訪談，於數據搜集與訪談完成後，進行資料整理與分析，並針對所得之資料進行結果分析與討論。全章共分成五節：第一節球員運動表現數據；第二節為球員運動表現數據之差異；第三節為局部定位系統在籃球體能負荷分析之應用；第四節為局部定位系統在籃球技戰術分析之應用；第五節為局部定位系統當前限制與未來展望。

### 第一節 球員運動表現數據

本研究之量化部分以 12 名大專公開組甲一級女子籃球選手為對象，表 4-1 為球員各節表現數據之描述性統計，係透過一場正式籃球五對五練習賽所得資料整理而成，以下將針對球員在跑動里程與體能負荷 Player Load 之運動表現數據進行論述。

#### 一、研究結果

##### (一) 整體球員跑動里程與 Player Load

在球員整體跑動里程方面，整體平均數為  $112.27 \pm 5.04$ ，最大值為 117.98，最小值為 101.01，而在各位置間跑動里程之平均數方面，最高為前鋒  $115.57 \pm 3.02$ ，最低為後衛  $107.31 \pm 4.88$ 。

在所有球員之 Player Load 方面，整體平均數為  $26.67 \pm 3.02$ ，最大值為 30.46，最小值為 21.33，而在各位置 Player Load 之平均數方面，最高為前鋒  $28.58 \pm 1.80$ ，最低為中鋒  $23.59 \pm 2.82$ ，詳如表 4-1。

表 4-1

球員各項表現數據之描述性統計表

指標	位置	個數	平均數	標準差	最小值	最大值
跑動里程 (公尺/分)	後衛	4	107.31	4.88	101.01	112.63
	前鋒	5	115.57	3.02	110.60	117.98
	中鋒	3	113.36	2.76	110.19	115.19
	整體	12	112.27	5.04	101.01	117.98
Player Load (AU/分)	後衛	4	26.61	2.88	23.99	29.72
	前鋒	5	28.58	1.80	25.60	30.46
	中鋒	3	23.59	2.82	21.33	26.76
	整體	12	26.67	3.02	21.33	30.46

## (二)不同節次之球員各項表現數據

由表 4-2 可得知，在不同節次之球員跑動里程方面，最高為第一節  $116.89 \pm 5.94$ ，最低為第三節  $104.35 \pm 6.61$ ；而在不同節次之球員 Player Load 方面，平均數最高為第四節  $27.64 \pm 3.22$ ，最低為第三節  $25.36 \pm 3.83$ 。

表 4-2

不同節次之球員在各項表現數據之描述性統計表

	節次	平均數	標準差	最大值	最小值
跑動里程 (公尺/分)	第一節	116.89	5.94	123.34	107.87
	第二節	115.29	3.41	118.16	110.48
	第三節	104.35	6.61	112.58	94.15
	第四節	107.65	7.08	113.00	95.61
Player Load (AU/分)	第一節	26.41	2.28	29.50	23.77
	第二節	26.65	4.09	30.66	20.56
	第三節	25.36	3.83	29.70	21.61
	第四節	27.64	3.22	30.45	22.10

### (三)後衛球員在不同節次之各項表現數據

由表 4-3 可得知，在不同節次之後衛球員跑動里程方面，平均數最高為第二節  $115.22 \pm 3.29$ ，最低為第三節  $99.40 \pm 7.42$ ；在不同節次之後衛球員 Player Load 方面，平均數最高為第四節  $29.61 \pm 1.18$ ，最低為第三節  $23.16 \pm 1.21$ 。

表 4-3

後衛球員在不同節次運動表現數據之描述性統計表

指標	節次	個數	平均數	標準差	最大值	最小值
跑動里程 (公尺/分)	第一節	2	112.41	6.42	116.96	107.87
	第二節	2	115.22	3.29	117.55	112.89
	第三節	2	99.40	7.42	104.65	94.15
	第四節	2	103.98	11.84	112.36	95.61
Player Load (AU/分)	第一節	2	25.27	.57	25.68	24.86
	第二節	2	28.51	3.04	30.66	26.36
	第三節	2	23.16	1.21	24.02	22.30
	第四節	2	29.61	1.18	30.45	28.78

### (四)前鋒球員在不同節次之各項表現數據

表 4-4 可得知，前鋒球員在不同節次之跑動里程方面，平均數最高為第二節  $118.16 \pm 0.03$ ，最低為第四節  $107.80 \pm 4.13$ ；前鋒球員在不同節次之 Player Load 方面，平均數最高為第二節  $30.39 \pm 2.05$ ，最低為第一節  $27.67 \pm 1.96$ 。

表 4-4

前鋒球員在不同節次運動表現數據之描述性統計表

指標	節次	個數	平均數	標準差	最大值	最小值
跑動里程 (公尺/分)	第一節	3	117.88	2.80	120.78	115.18
	第二節	2	118.16	.03	118.19	118.14
	第三節	2	108.43	5.86	112.58	104.28
	第四節	2	107.80	4.13	110.73	104.88
Player Load (AU/分)	第一節	3	27.67	1.96	29.50	25.60
	第二節	2	30.39	2.05	31.84	28.94
	第三節	2	29.45	.34	29.70	29.21
	第四節	2	29.39	4.35	32.47	26.31

#### (五)中鋒球員在不同節次之各項表現數據

在不同節次之中鋒球員跑動里程方面，平均數最高為第一節 123.34，最低為第三節 106.09；中鋒球員在不同節次之 Player Load 方面，平均數最高為第四節  $25.05 \pm 4.17$ ，最低為第三節 21.61，詳如表 4-5。

表 4-5

中鋒球員在不同節次運動表現數據之描述性統計表

指標	節次	個數	平均數	標準差	最大值	最小值
跑動里程 (M)	第一節	1	123.34	-	123.34	123.34
	第二節	2	113.95	4.87	117.37	110.48
	第三節	1	106.09	-	106.09	106.09
	第四節	2	111.44	2.19	113.00	109.89
Player Load (AU)	第一節	1	23.77	-	23.77	23.77
	第二節	2	23.04	3.50	25.52	20.56
	第三節	1	21.61	-	21.61	21.61
	第四節	2	25.05	4.17	28.00	22.10

#### (六)球員各項表現數據之平均數

藉由表 4-6 可以得知，整體球員在跑動里程之平均數為  $112.27 \pm 5.04$ ，最高平均數之節次為第一節  $116.89 \pm 5.94$ ；若將球員以位置細分來看可得知，後衛與前鋒跑動里程皆在第二節呈現最高平均數，其分別為  $115.22 \pm 3.29$  及  $118.16 \pm 0.03$ ，而中鋒最高跑動里程平均數則為第一節  $123.34 \pm 0$ ；以不同位置間進行比較而言，跑動里程最高為前鋒  $115.57 \pm 3.02$ ，最低為後衛  $107.31 \pm 4.88$ 。

而整體球員在 Player Load 之平均數為  $26.67 \pm 3.02$ ，分節 Player Load 平均數最高為第四節  $27.64 \pm 3.22$ ；以位置細分來看可發現，後衛 Player Load 之最高平均數為第四節  $29.61 \pm 1.18$ ，前鋒 Player Load 之最高平均數為第二節  $30.39 \pm 2.05$ ，而中鋒則為第

四節 Player Load  $25.05 \pm 4.17$  最高；以不同位置間進行比較而言，Player Load 最高亦為前鋒  $28.58 \pm 1.80$ ，最低則是中鋒  $23.59 \pm 2.82$ 。

表 4-6  
球員各項數據之平均數

		跑動里程 (公尺/分)	Player Load (AU/分)
所有球員 (N=12)	第一節	$116.89 \pm 5.94$	$26.41 \pm 2.28$
	第二節	$115.29 \pm 3.41$	$26.65 \pm 4.09$
	第三節	$104.35 \pm 6.61$	$25.36 \pm 3.83$
	第四節	$107.65 \pm 7.08$	$27.64 \pm 3.22$
	整體	$112.27 \pm 5.04$	$26.67 \pm 3.02$
後衛 (N=4)	第一節	$112.41 \pm 6.42$	$25.27 \pm 0.57$
	第二節	$115.22 \pm 3.29$	$28.51 \pm 3.04$
	第三節	$99.40 \pm 7.42$	$23.16 \pm 1.21$
	第四節	$103.98 \pm 11.84$	$29.61 \pm 1.18$
	整體	$107.31 \pm 4.88$	$26.61 \pm 2.88$
前鋒 (N=5)	第一節	$117.88 \pm 2.80$	$27.67 \pm 1.96$
	第二節	$118.16 \pm 0.03$	$30.39 \pm 2.05$
	第三節	$108.43 \pm 5.86$	$29.45 \pm 0.34$
	第四節	$107.80 \pm 4.13$	$29.39 \pm 4.35$
	整體	$115.57 \pm 3.02$	$28.58 \pm 1.80$
中鋒 (N=3)	第一節	$123.34 \pm 0$	$23.77 \pm 0$
	第二節	$113.95 \pm 4.87$	$23.04 \pm 3.50$
	第三節	$106.09 \pm 0$	$21.61 \pm 0$
	第四節	$111.44 \pm 2.19$	$25.05 \pm 4.17$
	整體	$113.36 \pm 2.76$	$23.59 \pm 2.82$

## 二、討論

本研究在數據收集時有特定的上場分配與人員替換方式，參與本研究之球員皆屬於同一隊伍，並將其分為兩組，一組於第一節與第三節上場，另一組於第二節與第四

節上場；此外，此場對抗賽實力差距懸殊，本研究所進行數據收集之隊伍最後以相差三十分之多敗北，因此以下將以該場對抗賽之實際情形加以進行討論。

綜合以上論述，藉由描述性統計得已初步得知球員在場上之運動表現情形，以跑動里程而言，整體球員在比賽中，第一節呈現最高平均跑動里程，而以位置細分的話，中鋒在第一節亦經歷較高跑動里程數，上述結果與過往研究之結果呼應 (García et al., 2020；Pino-Ortega et al., 2019；Va'zquez-Guerrero et al., 2019)，因此可推測，球員可能因剛開賽，體能未消耗太多以及尚未適應比賽節奏與狀況，因此造成多餘的跑動與判斷產生而導致跑動里程略高於其他節次 (Va'zquez-Guerrero et al., 2019)。然而，與過往研究不同的是，本研究在不同位置間之比較，平均跑動里程最高之球員位置為前鋒而非後衛，而此現象的產生可能與每支球隊的特性、打法、以及戰術設定有關，特別是那些進攻戰術主要圍繞於前鋒球員的球隊，然而，前鋒本身在球場上所被賦予的其中一項任務即為跑快攻，因此在跑動里程上會高於其他位置之球員。

就體能負荷 Player Load 而言，大多過往研究皆指出，不管是以整體球員亦或是以不同位置來看，第一節皆為體能負荷最高的節次 (García et al., 2020；Va'zquez-Guerrero et al., 2019)。而在本研究中，結果顯示第四節才是整體球員經歷最高體能負荷 Player Load 之節次，若將場上位置細分，後衛與中鋒亦在第四節呈現較高的體能負荷，而推測造成球員在第四節經歷最高體能負荷之原因為，因本研究有特定的上場分配與人員替換方式，且雙方實力差距過於懸殊，因此對手在第四節時，因穩操勝卷而將較少上場的替補球員換上，參與本研究之球員得以在第四節進行追分以縮小比分差距，進而導致在末節時體能負荷較高。若以不同位置間比較的話，本研究結果顯示，前鋒球員經歷最高體能負荷 Player Load，此結果與普遍認知相符，推論主要原因除了因前鋒是籃球場上的快攻箭頭外，時常也須擔任球隊的得分好手，因此在攻防兩端身負重任，因而經歷大量的體能消耗。

## 第二節 球員運動表現數據之差異

本節將分別探討球員在不同防守策略下對於跑動里程以及體能負荷 Player Load 之差異情形、球員在不同節次下的跑動里程與體能負荷 Player Load 之差異情形、以及不同位置球員在跑動里程與體能負荷 Player Load 之差異情形。本研究以不同防守策略做分組，比賽第一節與第二節時，球員將採用全場盯人防守，第三節與第四節則是採用半場區域防守，共兩組，並使用相依樣本  $t$  檢定分析兩種不同防守策略下對於球員跑動里程及體能負荷 Player Load 之差異情形。

### 一、球員在不同防守策略下運動表現數據之差異

本研究以不同防守策略做分組，比賽第一節與第二節時，球員將採用全場盯人防守，第三節與第四節則是採用半場區域防守，共兩組，並使用相依樣本  $t$  檢定分析兩種不同防守策略下對於球員跑動里程及體能負荷 Player Load 之差異情形。

#### (一) 球員在不同防守策略之跑動里程差異

運用相依樣本  $t$  檢定分析不同防守策略下對於球員跑動里程之差異情形，分析結果詳述如下。

由圖 4-1 以及表 4-7 可得知，球員跑動里程在全場盯人之防守策略下為  $116.36 \pm 4.25$  m，在半場區域之防守策略下則為  $97.35 \pm 31.28$  m。

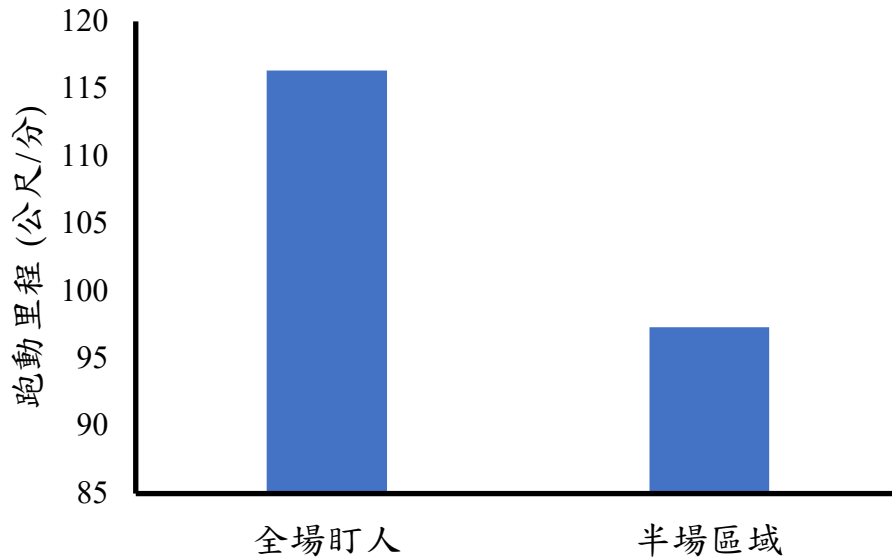


圖 4-1 全場盯人防守與半場區域防守球員跑動里程之比較

以相依樣本  $t$  檢定分析發現，球員在全場盯人防守與半場區域防守策略之跑動里程平均值上並無顯著差異， $t(11) = 2.07$ ， $p = .06$ ，球員在全場盯人之防守策略之跑動里程 ( $M=116.36$ ,  $SD=4.25$ ) 無顯著高於球員在半場區域防守策略之跑動里程 ( $M=97.35$ ,  $SD=31.28$ )，其意味著球員在執行此兩種防守策略時的跑動里程趨近於一至，詳見表 4-7。

表 4-7

不同防守策略球員跑動里程之相依樣本  $t$  檢定摘要表 (N=12)

指標	防守策略	平均值	標準差	自由度	$t$ 值	$p$ 值
跑動里程 (公尺/分)	全場盯人	116.36	4.25	11	2.07	.06
	半場區域	97.35	31.28			

#### (二) 球員在不同防守策略下對於體能負荷 Player Load 之差異情形

運用相依樣本  $t$  檢定分析不同防守策略下對於球員體能負荷 Player Load 之差異情形，分析結果詳述如下。

由圖 4-2 以及表 4-8 可得知，球員 Player Load 在全場盯人之防守策略下為  $26.76 \pm 3.15$  m，在半場區域之防守策略下則為  $24.57 \pm 8.58$  m。

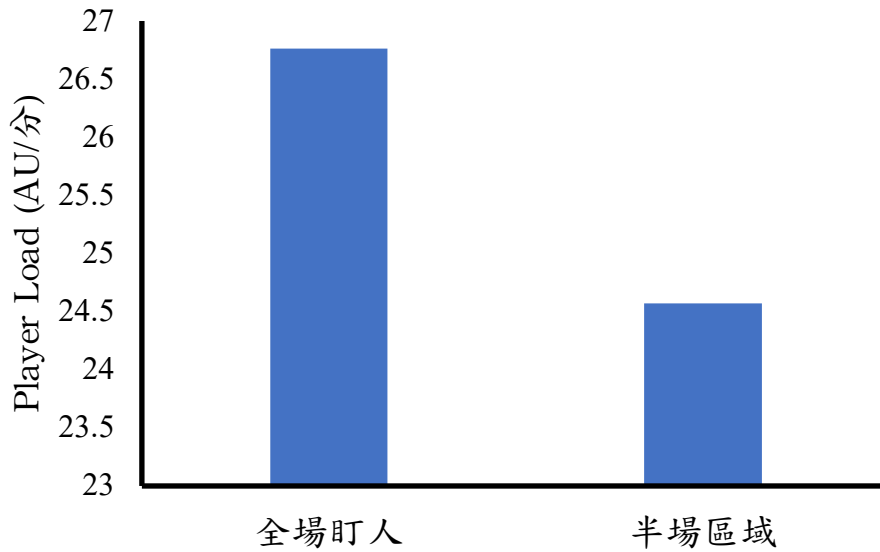


圖 4-2 全場盯人防守與半場區域防守球員 Player Load 之比較

以相依樣本  $t$  檢定分析發現，球員在全場盯人防守與半場區域防守策略之 Player Load 平均值上並無顯著差異， $t(11) = .95$ ， $p = .35$ ，球員在全場盯人之防守策略之 Player Load ( $M=26.76$ ,  $SD=3.15$ ) 與球員在半場區域防守策略之 Player Load ( $M=24.57$ ,  $SD=8.58$ ) 沒有顯著差異，其意味著球員在此兩種防守策略下之體能負荷 Player Load 趨於一致，詳見表 4-8。

表 4-8

不同防守策略下球員 Player Load 之相依樣本  $t$  檢定摘要表 (N=12)

指標	防守策略	平均值	標準差	自由度	$t$ 值	$p$ 值
PlayerLoad (AU/分)	全場盯人	26.76	3.15	11	.95	.35
	半場區域	24.57	8.58			

## 二、球員在不同節次中運動表現數據之差異

以下將分別探討球員在不同節次之跑動里程以及體能負荷 Player Load 之差異情形。本研究將球員以各個節次做分組，共四組，並使用單因子變異數分析不同節次中，球員在跑動距離以及體能負荷 Player Load 之差異情形。

(一)球員在不同節次跑動里程之差異情形

運用相依樣本單因子變異數分析，探討不同防守策略下對於球員跑動里程之差異情形，分析結果詳述如下。

透過表 4-9 與圖 4-3 可得知，在不同節次時，球員在跑動里程上最高平均數之節次為第一節  $58.48 \pm 61.19$ ，最低為第三節  $43.47 \pm 53.8$ 。

表 4-9

球員在不同節次跑動里程之描述性統計表

指標	節次	個數	平均數	標準差
跑動里程 (公尺/分)	第一節	5	116.89	5.94
	第二節	5	115.29	3.41
	第三節	5	104.35	6.61
	第四節	5	107.65	7.08

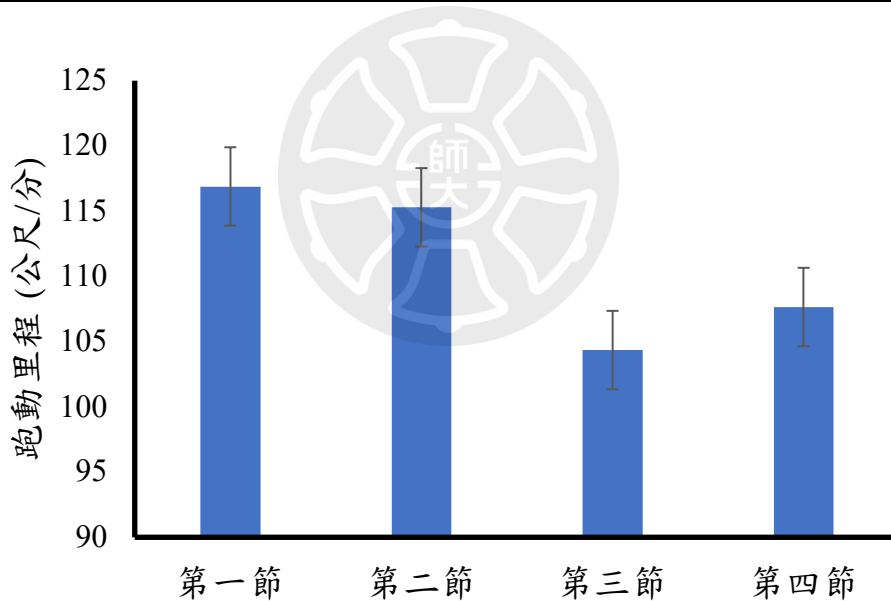


圖 4-3 球員在不同節次之跑動里程比較

以相依樣本單因子變異數分析球員在不同節次之跑動里程之差異情形，統計結果如表 4-10。結果發現：球員在不同節次之跑動里程上呈現顯著差異， $F(3, 12)=5.03$ ， $p=.017$ 。事後比較顯示，球員在第一節跑動里程 ( $M=116.89$ ,  $SD=5.94$ ) 以及第二節跑動里程 ( $M=115.29$ ,  $SD=3.41$ ) 皆顯著高於第三節跑動里程 ( $M=104.35$ ,  $SD=6.61$ )。

表 4-10

球員在不同節次跑動里程之變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 值	p 值	事後比較
跑動里程	542.39	3	180.79	5.03	.017	1>3; 2>3
誤差	430.62	12	35.88			

註:\* $p < .05$ ，1 為第一節，2 為第二節，3 為第三節，4 為第四節

(二) 球員在不同節次體能負荷 Player Load 之差異情形

運用相依樣本單因子變異數分析，探討不同防守策略下對於球員體能負荷 Player Load 之差異情形，分析結果詳述如下。

透過表 4-11 與圖 4-4 可得知，在不同節次時，球員在 Player Load 最高平均數之節次為第四節  $14.00 \pm 14.83$ ，最低則為第三節  $10.57 \pm 13.26$ 。

表 4-11

球員在不同節次 Player Load 之描述性統計表

指標	節次	個數	平均數	標準差
Player Load (AU/分)	第一節	5	26.41	2.28
	第二節	5	26.65	4.09
	第三節	5	25.36	3.83
	第四節	5	27.64	3.22

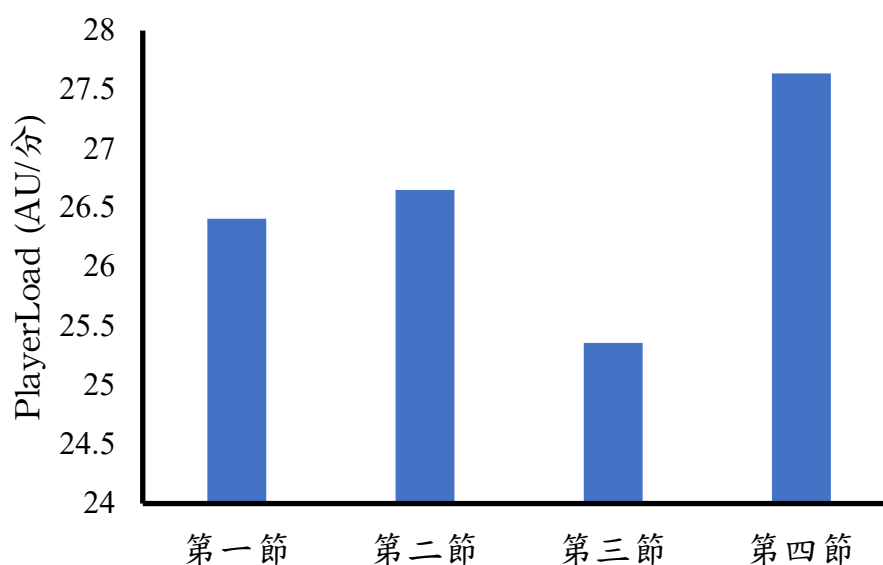


圖 4-4 球員在不同節次之 Player Load 比較

以相依樣本單因子變異數分析球員在不同節次之體能負荷 Player Load 之差異情形，統計結果如表 4-12。結果發現：球員在不同節次之體能負荷 Player Load 上沒有顯著差異， $F(3, 12)=1.41$ ， $p=.28$ 。因此可得知，在不同節次當中，球員在體能負荷上無太大的差異。

表 4-12  
球員在不同節次 Player Load 之變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 值	p 值	事後比較
PlayerLoad	13.12	3	4.37	1.41	.28	無
誤差	37.05	12	3.08			

### 三、不同位置球員運動表現數據之差異

以下將分別探討不同位置之球員在跑動里程以及體能負荷 Player Load 之差異情形。本研究將場上球員以三種位置做分組，共分為三組，其中包括後衛球員、前鋒球員、與中鋒球員，並使用獨立樣本單因子變異數分析，探討場上不同位置球員在跑動里程以及體能負荷 Player Load 之差異情形。

#### (一)不同位置球員在跑動里程之差異情形

運用獨立樣本單因子變異數分析，探討場上不同位置球員在跑動里程之差異情形，分析結果詳述如下。

不同位置球員在跑動里程上，最高平均數之位置為前鋒  $115.57 \pm 3.02$ ，最低為後衛  $107.31 \pm 4.88$ ，詳如表 4-13 與圖 4-5。

表 4-13

不同位置球員跑動里程之描述性統計

指標	位置	個數	平均數	標準差
跑動里程 (公尺/分)	後衛	4	107.31	4.88
	前鋒	5	115.57	3.02
	中鋒	3	113.36	2.76

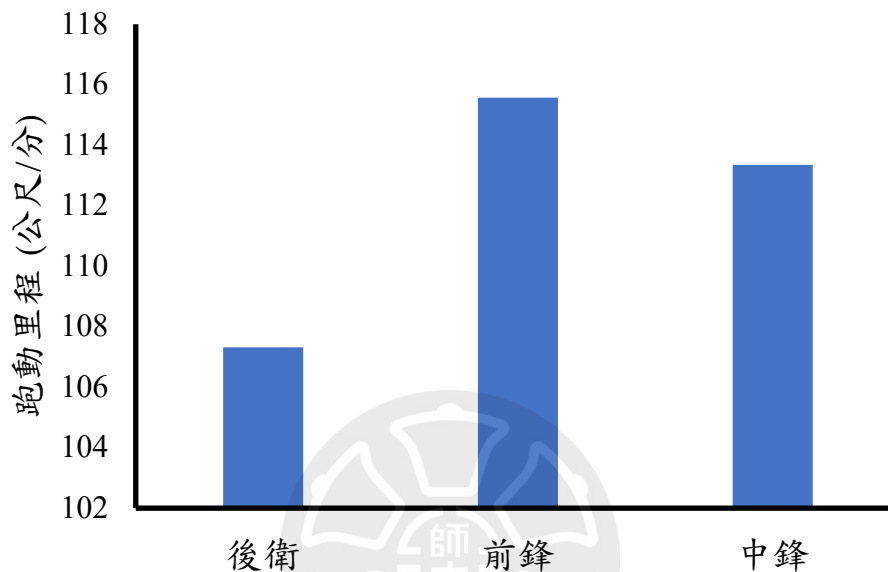


圖 4-5 不同位置球員在跑動里程之比較

以獨立樣本單因子變異數分析，探討場上不同位置球員在跑動里程之差異情形，統計結果如表 4-14。結果發現：場上不同球員在跑動里程呈現顯著差異， $F(2, 9)=5.70$ ， $p=.025$ 。Scheffe 事後比較顯示，後衛球員跑動里程 ( $M=107.31$ ,  $SD=4.88$ ) 與中鋒球員跑動里程 ( $M=113.36$ ,  $SD=2.76$ ) 無顯著差異 ( $p=.15$ )、前鋒球員跑動里程 ( $M=115.57$ ,  $SD=3.02$ ) 與中鋒球員跑動里程沒有顯著差異 ( $p=.72$ )、前鋒球員跑動里程顯著大於後衛球員跑動里程 ( $p=.02$ )。

表 4-14

不同位置球員跑動里程之變異數分析摘要表

指標	變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 值	p	事後比較
跑動里程	群組之間	156.36	2	78.18	5.70	.025	2>1
	群組內	123.39	9	13.71			
	總計	279.75	11				

註:\* $p < .05$ , 1 為後衛球員, 2 為前鋒球員, 3 為中鋒球員

## (二)不同位置球員在體能負荷 Player Load 之差異情形

運用獨立樣本單因子變異數分析, 探討場上不同位置球員在體能負荷 Player Load 之差異情形, 分析結果詳述如下。

透過表 4-15 與圖 4-6 可得知, 不同位置球員在體能負荷 Player Load 上, 最高平均數之球員位置為前鋒  $28.58 \pm 1.80$ , 最低為中鋒  $23.59 \pm 2.82$ 。

表 4-15

不同位置球員 Player Load 之描述性統計

指標	位置	個數	平均數	標準差
Player Load (AU/分)	後衛	4	26.61	2.88
	前鋒	5	28.58	1.80
	中鋒	3	23.59	2.82

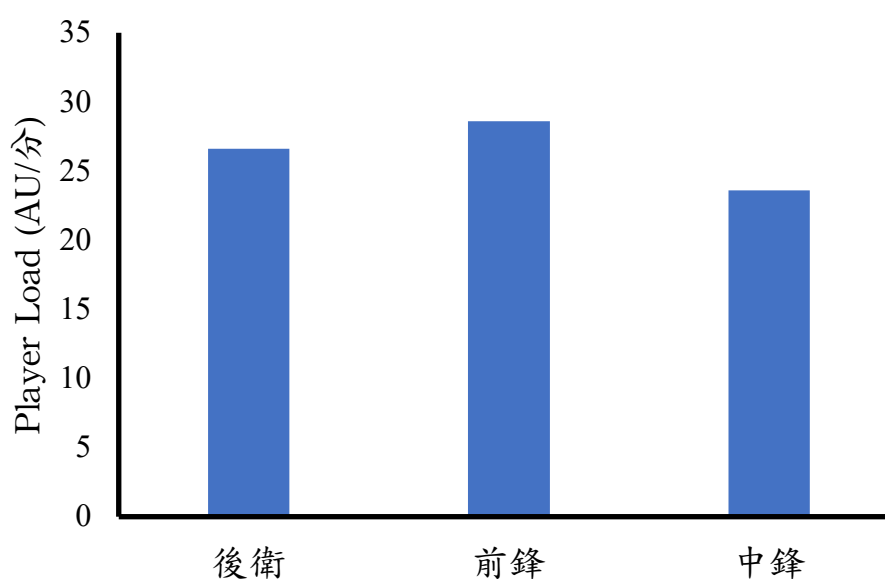


圖 4-6 不同位置球員在 Player Load 之比較

以獨立樣本單因子變異數分析，探討場上不同位置球員在體能負荷 Player Load 之差異情形，統計結果如表 4-16。結果發現：場上不同球員在 Player Load 上並無顯著差異， $F(2, 9)=3.886$ ， $p=.061$ 。因此可得知，不同位置球員在體能負荷上趨近於一致。

表 4-16

不同位置球員 Player Load 之變異數分析摘要表

指標	變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 值	p
跑動里程	群組之間	46.69	2	23.34	3.88	.061
	群組內	54.07	9	6.00		
	總計	100.76	11			



#### 四、討論

##### (一)球員在不同防守策略下各項表現數據之差異

統計分析結果顯示，球員平均跑動里程在全場盯人防守與半場區域防守下並沒有呈現顯著差異，球員平均體能負荷 Player Load 在全場盯人防守與半場區域防守策略下亦無顯著差異，而在鄧碧珍等人 (2021) 的研究當中，其結果更是呈現球員在半場攻防戰略下的體能負荷高於在全場攻防戰略下的體能負荷，此兩項研究結果皆與一般教練與球員的普遍認知相左。

若以球員在不同防守策略下跑動里程之平均值來看，可以發現球員在執行全場盯人戰術時所經歷的跑動里程 116.36 公尺是高於半場區域防守 97.35 公尺，此結果是與一般普遍認知相符的。然而，統計分析結果卻呈現無顯著差異，推測造成此結果有三項因素，首先是參與本研究之數據收集的球員與對手在實力上具有相當程度的落差，因而在進攻端有過多的失誤或是無法成功進球等情況產生，導致在實際執行全場盯人防守的機會與次數減少。其次也是因雙方實力具有差距，導致本研究參與者在執行全場盯人防守策略時，志不在壓迫對手造成失誤亦或是抄球，而在於影響其進攻節奏亦或是消耗對手進攻時間，因此防守者在執行全場盯人防守策略時只會跟著進攻者而已，並不會給予進攻者太大的防守壓力，而對方球員在技術以及各種的防守應變皆相對純熟時，僅需要透過一至二名球員將球帶過半場，亦或是利用傳導球等方式即可破解，因此本研究參與者在執行全場盯人防守策略與半場區域防守策略時，平均跑動里程與平均體能負荷沒有顯著的差異。最後，因本研究僅針對一場練習賽進行球員運動表現數據收集，所以在球員執行不同防守策略時的樣本數較少，推測其也是造成統計結果無顯著差異的因素之一。

##### (二)球員在不同節次中各項表現數據之差異

在平均跑動里程方面，描述性統計顯示球員在第一節經歷較高的跑動里程，而平均體能負荷 Player Load 則是在第四節最高；統計分析結果指出，球員在第一節與第二節所經歷之跑動里程，皆顯著高於第三節之跑動里程，而在各節次中，球員在 Player Load 則是並無顯著差異。本研究結果與過往文獻之研究結果相左 (García et al., 2020；Pino-Ortega et al., 2019；Va'zquez-Guerrero et al., 2019)，這些研究指出球員在第一節時，不管是在平均跑動里程以及平均 Player Load 上皆呈現較高的數值，且第一節與第四節之平均跑動里程與平均 Player Load 亦呈現顯著差異。本研究之參與者與對手的實力相差過大，因此推測本研究參與者在上半場時，尚未適應對手強度，因而在進攻上除了有較多失誤產生之外，需要更多跑動或是運球切入來製造空檔，進而造成第一節與第二節之跑動里程顯著高於第三節。而若是以 Player Load 而言，球員在各節次中沒有顯著的差異，推測之原因為，本研究數據搜集之情境為練習賽，而非正式比賽，且在該場練習賽中，勝負早早確定，而在此情況下，比賽整體的張力以及強度有限，導致球員在各節次的體能負荷上無顯著的差異。

### (三)不同位置球員在各項表現數據之差異

在不同位置球員間，僅有前鋒球員在平均跑動里程上顯著大於後衛球員，其餘位置間在平均跑動里程上並無呈現顯著差異，此結果與過往研究結果相左，在 García 等人 (2020) 的研究結果為後衛與中鋒在平均跑動里程上呈現顯著差異。而本研究在體能負荷 Player Load 上，不同位置間皆無呈現顯著差異，此研究結果與過往文獻之研究結果相符 (戴沁琳等人，2021；李逸驊、蔡琪揚、陳韋翰、黃冠勛、戴沁琳，2019)。這樣的結果與普遍對於不同位置間的認知相左，一般而言，多數人在不同位置間的跑動里程與體能負荷的認知大多偏向於後衛大於前鋒，前鋒大於中鋒，這樣的認知的確在 Pino-Ortega 等 (2019) 的研究中驗證。然而，我國女籃在身材上較矮小，與國外中鋒球員動輒超過一百八十五公分的情況大不相同，因而在場上位置分工上或許不像國外的那樣明確，我國中鋒的打法須兼具速度與敏捷性，前鋒更是如此，除此之外，團

隊在攻防策略上的設定亦有可能造成影響，因此推論上述因素可能為造成不同位置球員在各項表現數據上趨近於相同之原因。

綜合以上論述可得知，本研究之研究參與者在該場練習賽事當中，僅有前鋒與後衛在跑動里程上具有顯著差異，其餘不管球員是在不同防守策略下、不同節次間、亦或是不同位置的跑動里程與 Player Load 皆無顯著差異，此結果與一般認知多不相同，本研究推測最主要的因素即為，此次的練習賽中，各節次均有部分球員呈現完全無上場之情形，因而導致許多研究結果與過往相關文獻結果不一致。除此之外，透過閱讀過往文獻可以發現，許多研究在使用局部定位系統時，大多是採用搜集多場正式比賽之方式 (Vazquez-Guerrero 等，2019；Pino-Ortega 等，2019；García 等，2020；Portes 等，2020)，而這樣的做法推測較能完整地評估一支球隊在比賽中常態性的狀況。然而，由於在本研究中，主要是針對一場練習賽事進行數據收集，而在籃球比賽中，每場比賽球員的狀況與努力程度，亦或是球隊的戰術設定與模式都不盡相同，因此本研究之結果僅能代表與詮釋研究參與者在該場比賽中的體能狀況，而非常態性之球員整體體能狀況。除此之外，在僅收集單場練習賽之球員運動表現數據之狀況下，相較於收集多場賽事之數據而言，本研究之整體樣本數較少，推測此為導致統計結果上多數不顯著之緣故。

### 第三節 局部定位系統在體能負荷分析之應用

近年來，有關局部定位系統應用於籃球運動之相關學術研究漸漸產出，許多文獻之研究結果紛紛支持局部定位系統能夠有效分析選手在場上之運動表現，就如本章前幾節透過客觀地分析系統所產生之數據，呈現了臺灣師範大學女子籃球隊成員在正式五對五籃球對抗賽中不同面向之運動表現。然而，國內外卻鮮少有研究針對使用過局部定位系統之專業教練，深入探討教練對於此系統之觀點以及看法為何。故本節就使用過局部定位系統之教練，探究系統對於籃球體能負荷分析之應用情形。本節以下將分別從「研究參與者使用經驗」以及「局部定位系統在籃球體能負荷分析之應用與效益」兩大主軸加以分析與詮釋。

#### 一、研究參與者使用經驗

多數研究參與者皆曾具有籃球選手之資歷，以及多年的帶隊經驗，甚至有些目前司職大專院校之籃球運動代表隊教練。然而，每個人對於籃球運動的見解不盡相同，每支球隊與其教練的需求也將因人而異，而局部定位系統所提供之數據指標相對多元，因此，透過了解研究參與者過往如何應用局部定位系統，可初步了解研究參與者之需求以及系統目前應用之情形。

在過去使用局部定位系統時，21 表示，觀看的主標最主要在於觀察球員在場上的移動總距離為多少，而除此之外，對於教練來說除了基本的跑動距離，瞬間的加速度與減速度亦是教練關注的重點之一。

*觀看指標目前最主要先看一下整場比賽他的移動總距離是多少。那再接下來我們是希望看短時間內高加速跟高減速這一個部分。(21)*

研究參與者 41 表示，最一開始使用系統時，最主要是看球員在場上的速度類指標，例如平均速度，接著就是觀看球員在場上的負荷情形，最後就是進一步監測球員在場上的加速度與減速的次數，而除了單看這些指標外，41 亦會藉由不同節次與不同位置來比較這些指標的差異。

*我們看的指標，一開始比較看的是，像是球員的速度，好比它的平均速度，然後會設定一些不一樣的自變項，自變項好比就是不同節次，或是分位置，像類似這種去觀看他的速度；然後第二個就是負荷，負荷就是以加速規的數據去看它整個運動量負荷量，對~然後後面階段也會慢慢看加速度，就是加速跟減速的次數，來評斷這個球員在場上去推論他執行動作的情況！(41)*

在籃球場上，短距離的瞬間加速度相當重要，甚至是最為關鍵的動作，因為球員在場上的總跑動距離僅僅為距離之數值而已，這些數值無法使教練了解多少距離為高強度的跑動亦或是中強度與低強度，因此 21 表示，不同的速度區間與強度亦為監測之指標之一。

*因為總距離的話可以看出說，我們在打完一場球賽裡面，這個球員他的負荷量大概是多少。當然因為總距離就是一個距離而已，可是不能分出是高強度、低強度還是中強度，所以，但是我們在籃球比賽裡面，短距離的加速度是最重要的，不管你是閃切過人，或是突然起跳的得分，這個是在籃球裡面最關鍵的動作。(21)*

在過去使用局部定位系統的經驗當中，12 主要是透過實驗的方式，全部採用盯人知防守策略，並且模擬正式比賽的暫停，以進行球員表現數據的搜集，而觀看的數據指標主要為選手平均的跑動距離，加速度與減速度，以及球員的體能負荷 Player Load，

12 表示，因為籃球是一項間歇性且速度變化相當快速的一項運動，而在場上，許多不同的跑動情形都將影響球員在場上的體能負荷，因此 Player Load 也成為了監測的數據指標。

我們在實驗的時候，是設定全部都是做盯人，這一整場球全部都是做盯人防守，那我們每一節五分鐘的時候會模擬那個 TV time out，就是讓他暫停，然後五分鐘做休息，所以我們想要看的就是，第一個他的平均的跑動距離，然後就是所謂的加速度減速度，還有就是 PlayerLoad！(12)

因為籃球是一個，速度變化很快，然後又是間歇性的運動，那我們去看過去的文獻發現，比如說加速度減速度它對於 Player Load，就是所謂的負荷，它是會有很大程度的影響，所以這也就是為什麼我們想要特別看一下這個數據。(12)

除了採取單一的防守策略，32 曾設定過不同的防守策略以進行數據搜集，其中包括盯人防守與區域防守，主要的目的為了解不同防守策略下，球員在身體的負荷量是否有差。除此之外，32 也希望透過局部定位系統所能呈現的球員跑動圖，以了解與判別選手在場上的動位情形以及防守位置是否合乎要求。

我們就是有開始設定，盯人防守跟區域防守的一個情境下去抓，那主要除了區分盯人跟區域防守的部分的身體的負荷量之外，我們也會看有關於防守的跑位，防守的位置有沒有正確這樣子，因為它這個系統可以抓出每個人行動的空間，所以可以很明顯看出他的防守位置的移動是不是正確這樣子。(32)

就以上研究參與者的回應與論述可以得知，在局部定位系統所能提供之多項數據指標當中，大致上可以分為兩大類，第一類為技戰術分析，其中包括選手在場上的跑位與動位以及攻防位置；而第二大類為體能與負荷分析，其包括球員在場上的總跑動距離、不同的速度區間或強度、瞬間的加速度與減速。若以技戰術分析而論，局部定位系統可呈現球員行動的軌跡與球員的位置，以及空間，這些指標對於教練而言，可使其了解到球員在防守上的位置以及動位情形是否正確。

而就體能負荷分析而言，局部定位系統所提供的數據相對多元。首先，多數研究參與者皆會觀看球員在場上的總跑動距離亦或是平均跑動距離，而這項指標主要可以使教練了解到球員在場上基本的負荷情形。然而，單看跑動距離卻是不夠，因為籃球是一項高強度的運動，不僅速度變化快，且為間歇性的運動，其中不管是在一對一攻防時瞬間的直線加速突破防守，變換方向加速突破防守，亦或是在防守時的補位以及趨前防守...等，皆需要瞬間的加速與減速，因此局部定位系統所呈現之加速度與減速度之數值也成為教練們監測的指標。除了在比賽進行當中需不斷的進行跑動之外，橫向的移動以及垂直的跳躍也是常見的動作，這些動作不斷地重複出現都可能影響球員在場上的體能負荷，因此局部定位系統所呈現之體能負荷 Player Load 亦被教練們納入監測項目之一。

藉由進一步釐清與梳理後可發現，目前本研究之研究參與者在過去在使用局部定位系統時，大多偏向將其運用於籃球體能負荷分析，因此，本節以下將深入探討系統應用於籃球體能負荷分析之層面。

## 二、局部定位系統在籃球運動體能負荷分析之應用與效益

在局部定位系統應用於籃球體能負荷分析之層面，首先，可使教練得知選手在場上的總移動距離亦或是平均跑動距離，在距離計算出來後，系統亦能換算出不同速度區間下的跑動距離，其包括高、中、低速度區間之跑動距離。

它給我們的就是，像剛剛我們提到的，就是在總距離部分，其實有些教練比較著重在長距離的慢跑之類的，那我們大概可以看到說一場比賽我們需要移動多少距離，那在這一段總距離出來之後，我們大概也會換算說高強度是跑了多少，中強度跑了多少，那慢速是多少。(21)

基本上我們比較會看到的就是所謂的跑動距離，比如說整場比賽加總的跑動距離，或者是平均跑動距離，那甚至是一些速度區間，比如說在高速的時候是持續多少時間，那在低速的時候，比如說我們在過度之間可能呈現用走的，那大概會有多少時間在走的，然後就是最大速度，還有加速度減速度。(12)

再者，除了速度類型之數據外，局部定位系統能夠提供選手在場上的體能負荷情形，藉由了解選手在比賽的強度下之體能負荷情形，教練可以進而在訓練時嘗試模擬相同之強度，也能透過這樣的指標，控制平時訓練量。

指標的部分，第一個我可以看出比賽的強度大概所需要的身體負荷，那這個部分會提供我在體能訓練，以及訓練的時候模擬比賽的一些訓練強度，它提供給我了一個，我們自己本身隊伍的一個參考值，那因為這個系統，就是有關於文獻的部分，多

少的身體負荷並沒有一定的標準，所以現在我們也是透過這樣子的一些分析，找到以自己為一個基準點去做參照。(32)

其實可以看到球員現在的負荷，因為疲勞這些東西很難測，即時的很難測，所以如果可以有一個指標出來說：這個球員他已經達到這個負荷量，我就會知道要讓他休息了，不管是在比賽的時候，或是在訓練的時候我也知道，今天訓練量好像夠了，那我就可以讓他休息！(41)

藉由了解選手在場上的負荷情形，12 表示，教練亦可加以運用這樣的指標以作為疲勞與訓練量的監控，以防止球員因過度疲勞而導致傷害的產生。

那還有一點就是可以去監控球員的疲勞程度，我們就可以比如說排他輪休，或者是知道今天的訓練量到底有沒有到點，或者是他是不是真的很疲倦，避免他受傷。(12)

在平常訓練時若能夠使用局部定位系統，教練便得以更加掌握選手在訓練時的跑動速度與強度，因為當有客觀的數據產生時，雙方都能夠不受自身主觀知覺影響，選手也能透過數值了解自身跑動速度，而這樣的系統對於那些只有一位教練的隊伍來說，尤其重要。

其實常常教練自己拿著一個碼錶在那邊按，碼表一次也只能測試一個人，但是如果有追蹤系統，一次五十個人都可以，所以我們可以監測到每個球員跑動的時候，他的速度是多少！有時候球員自己覺得自己跑得很快，那你一跑，然後數據給他看，他就會覺得：喔！真的！我是蠻慢的！所以在這部分我覺得比較能夠說服球員當下他的狀況，他不會以自己的知覺說：欸！我跑很快啊！事實上是跑很慢。

所以在這個追蹤系統可以一次至少呈現四五十個球員的這種裝置下，我們教練可以一次監控到很多個球員，尤其是很多球隊只有一個教練的情況下，就會對教練來講幫助很大！

研究參與者 32 以及 41 皆認為，有些籃球訓練的項目對於速度的要求相當重視，而此時局部定位系統就能夠發揮其功效，透過系統所呈現的數值，便得以了解球員的努力程度是否達到訓練強度的要求，教練也能藉由觀察數值的變化進而了解選手在持續跑動的狀況下，體能下降等情形。

在這部分就是即時回饋，尤其是在練習比如說快攻，因為快攻除了跑位，有百分之七十是著重在於體能的訓練，所以我們可以看出那時候體能的負荷，他們有沒有認真在跑，就是他是不是有按照我們要求的訓練強度在做。(32)

如果是訓練的話，我覺得加減速度就很重要了，因為我們在訓練的時候，有一些訓練項目，你會很要求他要有速度出來，就好比跑一個三人快攻，三個人數據同時都在跑，你就看得很清楚，就會知道那個跑慢的人，你要給他看說，要跑的跟之前一樣快大概要多少，或者是我就可以看到這球員假如跑六趟八趟，他是不是慢下來，雖然肉眼可以看出來，可是球員有時候不覺得，所以這個丟給他看，他一看就沒話講，球員就是需要這種東西，讓他們去了解他現在的狀況，那教練也可以更理直氣壯的跟他講這件事情！(41)

若將局部定位系統應用於正式比賽，多數研究參與者皆認為可將系統所提供之體能負荷指標當作選手更換之依據。透過長期搜集球員平時在訓練以及練習賽事的數據，便可建立球員運動表現數據之基本資料庫，在比賽時即可利用這些資料搭配當下局部定位系統所產生的數據進行對照，以評斷各球員的體能狀況是否需要人員的更替。

在正式比賽時候，如果我們是一個長期使用，有一個基本的資料的時候，因為我們在比賽的時候，是憑教練主觀，好比說我覺得這個球員累了，就把他換下來，但是如果我們有這一套系統的時候，如果我們有長期的使用，可能說這個球員跑到五千公尺的時候他可能累了，那我現在看一下數據，他跑了五千公尺，比賽總距離他移動了五千公尺，這時候他可能是累了，就下來，或是說高加減速超過多少次以後，他可能就累了，那我們就可以不會太受自己的主觀，因為有時候教練還是人，有時候還是會失常，所以如果有這一套機器的話我覺得就會蠻客觀的去評斷說球場上，當然不是以表現，就是體能部分他到底是不是累了，那我們這時候是不是該換這個球員下來，我覺得對教練來講是一個比較客觀的標準。(21)

在比賽的話，那我可能就是每一個節次我可能就會請一個類似體能師他去看，它會有一個類似 *player load* 的一個閾值，它如果閃紅燈我大概就知道說這個球員已經很疲乏，我也許就會考慮換人，所以這是在體能負荷的一個提示，那如果是說比如說中場休息時間，可以的話，也許配戴這個之後，我們可以用一個類 *Ipad* 的東西，然後去看一下我們這一節的表現。(12)

在比賽也是一樣，教練可能會，有些球員大概打三分鐘五分鐘或八分鐘就要換了，到了八分鐘，有些球員下來跟你說教練我還可以，或是今天突然打三分鐘後說不行，那這是不是他在這三分鐘裡面，其實跑的跟之前一樣多，他的負荷跟之前一樣多，這是有可能的，可是這每個人都不一樣，所以你要從每個人平常的訓練跟比賽中去蒐集到數據輸入進去，它才有辦法做出這樣的東西。(41)

而在局部定位系統所提供的眾多指標當中，多數研究參與者皆認為加速度與減速度為他們最看重的指標。21 認為，因為瞬間的加速度與減速度在籃球運動上是最重要的，在許多關鍵的攻防當中，球員都需要進行瞬間的加速或是急停。

其實現在對我來講應該是高加減速這一塊！因為瞬間的加速度在籃球上面，不管是急停或者是急加速，對球員的關鍵得分或是關鍵防守來講是最重要，我覺得這一塊是最大的。(21)

受訪者 32 則表示，就如上述所說，籃球運動當中應有許多變速或是加速度與減速度的動作，然而，這一部分可能是有些球員較缺乏的，因此透過局部動定位系統的監測，教練便可得知這方面的訊息，並在訓練上更加著重這塊。

這一個部分的話，我覺得應該是加速度，因為我發現選手有一些都是均速，就是沒有有一些變速的狀況，那這個部分其實在籃球這個項目其實是蠻重要的，你就可以看出有些選手他大部分的時間是在均速，那有些選手就是有很明確的加速度減速度的狀態，那這個部分是我們想要看到的訊息，那如果有這些數值可以提供給我，我在訓練上可以

看到，那就是可以要求他去做一些速度或方向性的改變，  
那對我們來講是比較符合我們訓練想要的東西這樣子。(32)

而對於 41 來說亦然，其表示因為籃球是一項需要瞬間加速、急停、變換方向與變速的運動，因此或許在未來可以透過局部定位系統所呈現的加速度減速度次數，與一般攻守數據進行對照，進一步探討是否球員在場上加速度減速度的次數變多時，會有更佳的運動表現。

它其實比較特別的是加速跟減速這個東西，因為我會設計一個值，就是說這球員在這場比賽裡面，他的加速減速的次數就是超過，或者低於這個值多少，因為打籃球是一個變速與急停的運動，所以這種次數越多的時候，你可去判斷這個球員的，就是這個其實蠻累的，因為你要停又要動要停又要動，就可以當一個指標，去看說這個球員他的表現，或是我去對照攻守紀錄表的時候，我發現他的加速減速次數多了的時候，是不是他的表現比較好？而且它很簡單，就是直接看，幾次？十次！就很清楚，所以我覺得東西蠻有價值。(41)

### 三、討論

綜上所述，研究參與者在實際將局部定位系統應用於籃球體能負荷分析時，主要監測指標可分為三類，其中包括距離、速度、以及體能負荷。在距離之應用上，局部定位系統能夠呈現選手總跑動距離、平均跑動距離、以及不同速度區間下的跑動距離；速度為選手在場上的加速度與減速度次數；體能負荷則為系統所呈現之 Player Load。

然而，不管是跑動距離亦或是 Player Load，兩者最主要的功能即是用來判斷球員在場上的負荷情形，透過監測與紀錄這幾項指標，教練得以了解比賽與訓練時的強度(錢薇娟等，2020)，而在獲得如此之資訊後，在訓練時教練可將其運用於模擬比賽強度、控制訓練量、以及進行疲勞的監控以避免傷害產生，除此之外，也可將其用於評估球員在場上的努力程度是否達到要求。在比賽時，跑動距離與 Player Load 的數值都可被運用於評估球員在場上之體能負荷情形，以作為球員更替之客觀參考依據。

而在籃球比賽進行中，經常會有許多高強度間歇的跑動與高強度的對抗，場上的球員將會需要不斷地進行加速度、減速度、以及改變方向等動作(鄧碧珍等，2021)，因此本研究之受訪者大多表示，局部定位系統所呈現之加速度與減速度之指標是他們最為看重的資訊，因為這項能力指標對於球員在比賽中的關鍵攻防至關重要，因此若能透過系統獲得選手在這方面的資料時，便能藉由訓練補足球員在這項指標上的落差。



## 第四節 局部定位系統應用於籃球技戰術分析

經由研究參與者分享過去將局部定位系統應用於體能負荷分析後，可得知其實系統在體能負荷分析方面著實可為教練帶來不少實質效益，但卻也可初步認識到目前系統在籃球運動技戰術分析上的應用層面相對單一，然而對於教練來說，籃球技戰術分析卻是團隊中相當重要且不可忽視的一環，因此以下將會就此面向進行進一步探討，以深入了解局部定位系統在籃球技戰術分析的應用及實際效益。本節以下將分別從「局部定位系統在籃球技戰術分析之應用與效益」以及「局部定位系統與一般攻守數據統計之差異」兩大主軸加以分析與詮釋。

### 一、局部定位系統在籃球技戰術分析之應用與效益

局部定位系統在技戰術分析之應用層面，41 認為，場上技術層面的資訊為目前系統較缺乏的部分，然而，戰術分析的介面設計卻是能夠有利於教練更快速的理解整體球員戰術執行之情形。

*我覺得在技術方面可能比較難，因為技術用肉眼好像也蠻準的！然後戰術的話，我覺得它所呈現的介面其實可以讓教練更快的去看到整體的面，這比錄影還要清楚，然後，其實因為在比賽當中的時候，越清楚你的反應就會越快，你看的越快你的反應就越快，所以我覺得這個介面設計上，對整個戰術方面很有幫助的地方。(41)*

而在籃球戰術之層面，可更加細分至不同面向進一步探討，舉例而言，局部定位系統可以從場上球員所處位置的點，形成兩個球員所連成的點，延伸到多個球員所組成的面積，並且計算出面積的大小，而這樣的資訊之所以需要，主要是因為在籃球運

動當中，空間的運用相當重要，因為當空間拉大時，進攻效率就有可能會有所提升，反之，空間越小，防守者就越容易得利。

我們會覺得說它可以產出這些空間的一些數據，比如說可以分成點，就是各點各個球員的位置，又或者是說線，兩個球員連成線，或是三個球員連成一個線，面是面積，對我們會想說，面積拉大是不是進攻效率會更好，還是說面積小的時候，就會比較進攻受到阻礙。(12)

局部定位系統能夠呈現之場上不同球員之間的距離，此資訊對於 12 來說亦為可監測的項目之一，不管是計算持球者與籃筐、持球者與隊友、持球者與防守者、甚至是持球者與協防者間距離，以及無球者與防守者和隊友間距離，皆是系統所能夠為教練們所帶來的效益。

距離的部分先講進攻好了，它又可以分成比如說持球者他跟籃筐的遠近，或者是說他跟他隊友之間的距離，那或是持球者跟防守者之間的距離，或是持球者跟準備協防的人之間的距離。這些都是這個局部定位系統可以做到的東西。那或者是說對於無球的選手而言，他跟隊友之間的距離，他跟防守者的距離，甚至兩個人要去做組合創造空間的距離。(12)

除了點到點之間的距離外，對於教練來說，21 認為，局部定位系統也能夠呈現幾位場上不同球員間的面積圖，而這樣的面積圖其實就好比觀看比賽錄影帶一般，教練與球員可藉由系統提供之面積圖，清楚地檢視選手在場上之相對空間，然而，因為目前系統限制之緣故，21 尚未進行有關面積方面的相關應用與研究。

其實這個面積的部分是蠻好的，有點像我們自己在觀看那個錄影帶，好比說我們三打二的時候，怎麼三個人都跑在禁區邊邊，你就是空間很窄，那如果是透過電視影像這樣看的話其實也知道，但是如果我們要運算的話，就比較難一點。(21)

然而，不同於觀看比賽錄影帶，局部定位系統可計算出場上選手之間的面積為何，這樣的輔助功能對於教練而言就可以省去大把時間重新審視比賽錄影帶以及剪輯的繁瑣過程，直接透過系統所計算出來的面積，使教練與球員能夠了解整場比賽下來，選手整體的空間運用情形如何。

它這個系統是除了可以看到球員的走位還有位置，還可以算出說整體的面積是多少，因為我們有時候檢討一個球賽的時候，可能就是要有有一些戰術分析師去切影片一段一段切出來，那如果這一個可以呈現的時候，以後整場比賽一打出來，我就可以告訴你說，其實整場，我們在這個球賽裡面，你所處的總面積是多少，如果高於多少好，低於多少是差，那我們就不用太花太多心思去剪這些影片。(21)

若將局部定位系統所呈現之面積圖應用在平時訓練時，12 認為「有圖有真相」，原因在於球員的視角與教練或是旁觀者的視角大不相同，選手可能在場上會認為自己的動位已經合乎要求或是已經有將空間拉開，然而在教練以旁觀者的角度看來，情況可能大不相同，因此透過面積圖，教練可以立即對選手的表現做回饋，並作為立即修正之依據。

像我自己覺得空間分析的數據，它跑出來的圖，可以紀錄說球員在跑動的軌跡，每一個時間點他的面積有多大，我

覺得這個是我們在做空間的時候可以告訴球員說你打得很小，但球員通常沒有辦法想像，因為教練視野跟球員視野是不一樣的，所以這時候系統就可以讓球員變成教練視野，去看看自己跑的位置，我覺得有圖有真相，球員大概可以馬上做一個回饋，馬上修正，我覺得這樣是一個練球很有效的方法。(12)

32 也表示，若將局部定位系統應用於平時戰術練習時，可藉由追蹤球員在場上的跑動情形，進行即時的跑動回饋給選手，以提供給兩者在訓練時檢視場上的戰術跑動路線、位置、空間、以及速度...等。

那另外就是我們在做戰術練習的部分，我們可以依照它每跑一個部分做即時的回饋，就是他跑位有沒有依照我們想要的戰術位置去跑動，那這個部份馬上即時可以看出來，就是等於說以五分鐘的方式去進行訓練，完了之後把它擷取下來，然後再跟選手分析他跑動的部分，空間的部分還有他速度的部分！(32)

不僅如此，研究參與者 12 更表示，局部定位系統所呈現的面積圖，是其最為看重的指標，面積圖所提供之空間資訊，其中包括點線面的數值亦或是影像，都相當地重要，而主要的原因即是因為它可以立即地使教練與選手了解到哪些部分與細節應進行修正，使訓練能夠更有效率。

我最看重的應該是所謂的空間指標，就是所謂的點線面，或者是距離，我覺得這對我而言都是相當的重要，因為我們在訓練的時候就可以讓球員立刻知道說他跑位大概需要修正的地方，或者是說這個戰術可以成功的地方在哪裡，

為什麼有效，或者是說我們訓練之後要做檢討的時候，它這些數據，就是它所謂呈現的影像，都可以讓球員立即用肉眼去知道，然後再重複在練習然後再去做修正，我覺得這是一個比較有效的練習方式。(12)

然而，雖然空間對於籃球運動非常重要，但 21 與 41 皆表示，目前局部定位系統在面積的計算上面，尚有一些技術性問題需解決，因此目前尚無在此方面的應用，若未來能夠如預期的使用，將會有更多的不同的方向可加以進行研究探討與應用，舉例而言，教練可透過局部定位系統，計算戰術整體所需的面積之數值，並與成功率進行相互比對。

就是我們可以透過影像的部分來看到球員在球場上，不管是戰術的走位，或是三打二面積這部分，但是這一部分的話，因為系統還沒有設定好，所以這個部分我們暫且還沒有進行。(21)

因為我們知道打籃球很重視空間，但空間這個東西其實很難去解釋或定義，國外有一些文獻有在做這種做這種研究，好比是足球，那這個系統它目前做面積的部分可能還沒有那麼成熟，如果將來成熟一點，我覺得那是一個非常好的研究的一個方向，就是可以知道說，好比我丟一個進攻戰術下去，它可以幫我算出我從這個戰術進攻到開始，整體面積是多少，就好比假如今天這個，整體面積是一百，然後我的成功率是百分之九十，那如果這邊只有五十，我成功率可能就會降低，那我就會知道這戰術需要的東西是什麼。(41)

## 二、局部定位系統與一般攻守數據統計之差異

局部定位系統所提供的資料和一般籃球運動中常見的攻守數據統計可說是完全兩種不同類型的資訊，41 表示，一般攻守系數據所提供的資訊是肉眼可以看到的，而局部定位系統所計算出的數值則是肉眼無法看到的。受訪者 21 則認為一般的攻守系統是一個「果」，而局部定位系統則是一個「因」。一般攻守數據統計所呈現的資訊，其中包括投籃命中率、籃板數、助攻數等，是最後的結果，是肉眼可看見的，而教練們則是透過局部定位系統所分析出來的數據，獲得那些無法夠過肉眼觀察出的因，而這兩套不同類型的數據分析方式對於籃球教練來說，是能夠相輔相成的。

我覺得完全不一樣的東西啦！對，因為攻守其實是肉眼可以看得到的，然後局部定位系統是肉眼看不到，所以這兩個是完全不一樣的東西，兩個合在一起的效用其實很大，對，所以我覺得其實要對照，就是如果你要找出說這球員的狀況，你必須還是需要去看那種東西，所以兩個配合起來搭配看的話，其實這個效果應該是會更好！(41)

其實這兩個系統是差異蠻大的，簡單講就是說一般的攻守系統它是一個「果」，我們這個追蹤系統它是一個「因」，那我們所有的資料出來之後，它可以變成這個果，好比說我可能就是看到投籃命中率或是快攻或是他的籃板球，這個是我們最後看到的結果，這個中間過程中是什麼原因造成的，那就可以從追蹤系統這一邊看，是不是跑得很慢還是跑得很快，跑得很快它變得他的快攻次數變多，所以這一部分是有時候兩邊我們都，目前來講，我覺得當教練是兩邊都需要來觀察。(21)

對於 12 而言，其認為一般的攻守數據所呈現的資訊是比較偏向於技巧類型的數值，其主要的目的即是傳遞球員在籃球場上的技術層面大致上的表現情形；而局部定位系統主要則是提供給予教練有關於選手體能與空間相關資訊，用以判別球員在場上的努力程度與疲勞程度。

我覺得攻守數據比較就是偏向於技巧類的數值，它告訴教練說：你今天在幾個籃板、做了什麼事，但我覺得定位系統它給的數據是體能跟位置的一個數值，它告訴教練說你今天多努力，或者是你已經努力到頂了，教練可能就是需要去做調整，那我覺得一般我們之後可以利用這樣的系統的話，也許我們在訓練上會更有效率，然後也可以讓球員避免過度疲勞受傷的情況。(12)

32 的觀點也與上述幾位研究參與者相同，其認為局部定位系統所呈現的資訊最主要就是一些身體負荷的狀態、球員跑位的方式、以及一些視覺的回饋，而這些資訊都是具有一定程度的立即性；一般攻守數據統計所提供的數值則是偏向於球員的個人表現，這些數值需要透過教練的經驗做進一步的細部解讀，而 32 也認為，局部定位系統與一般攻守數據統計兩者所產生的資訊可以互相做對照以及比較，以更詳細的理解與解讀選上在場上的運動表現。

這一個的部分就是現在目前的話，以這個系統來講就是提供我一個很直接 *summarized* 的一個數據出來，那另外就是有關於它提供我視覺的一些回饋，就是有關於跑位的部分，這個部分提供我即時的一個回饋，然後再來就是它可以提供我每個人細項的一些身體負荷的狀態以及我們剛才講的加速度與距離的一些數據。(32)

那攻守統計的部分，它就是沒有辦法像這樣概要式的整個整體呈現，它整個一個數據必須透過教練的經驗，再去做一些解讀，比如說我們通常出來就是一些失誤的總數，籃板球的總數，那透過這個，我們能看的就是個人的部分，可是這裡面有些細部的原因是我們看不出來的，但透過這個系統我們是可以馬上看出來就是說，每一個選手到底細部發生什麼事情，為什麼他的失誤會降低？可能是他體能降下來，所以失誤就提升了！那這個部分我覺得往後可以配合攻守統計來對照，系統所提供的數據，可以做一個比較跟分析，那我覺得會更詳細。(32)

21 亦認為，一般的攻守數據統計較偏向於個人技巧的資訊，而局部定位系統則是比較屬於體能與團隊戰術。然而，其實有時候教練們所關注的不在於最後得分與否，反而是專注在球員戰術執行與跑位是否能夠達到要求。

我們可以看到的就是攻守數據這一個部分是直接給你的，包括其實它有點像個人技巧，我的投籃技巧很好，我的命中率很好，可是像追蹤系統，它在戰術上面積換算的話，就算你空間做得很好，可是你最後命中率不好，你還是投不進，所以這兩個是有點差距。但是教練，其實有時候看到戰術是成功的，跑位也跑得好，那這樣就是一個好的結果，那其他的像投籃命中率，那可能就是算在個人的技巧，那追蹤系統這邊比較算體能跟團隊戰術這一方面！(21)

然而，12 以及 32 依舊認為一般的攻守數據統計較能夠提供給予他們比較直接的資訊，雖然局部定位系統所呈現的體能負荷的數值與空間的影像有其重要性，但對於教練們來說攻守數據統計還是比較能夠為他們帶來較實質的效益。

我覺得比較直接的當然還是所謂傳統的攻守數據啦，因為它是可以瞭解球員在攻守端，他的個人或整個團隊技術上的貢獻或是負分的概念，那 LPS 它其實就是告訴你體能跟空間的數值，很重要但是我覺得可能那個立即性不會那麼快就讓我們檢討的時候就可以做一個比較。(12)

如果以比賽的角度來講，現在目前這個系統來講，因為它沒有辦法呈現攻守統計的那些數據，那這些其實我們需要，所以我覺得如果以目前這個系統它提供給我的資訊，比賽的就是只有身體負荷對我來講是最重要的，以這樣的情況之下，我可能還是會仰賴那個攻守統計所提供給我的這些訊息。(32)

### 三、討論

經由以上研究參與者實際使用局部定位系統의 分享，以上內容主要分為兩大主軸，第一為局部定位系統在籃球技戰術分析之應用與效益，第二為局部定位系統與一般攻守數據統計之差異，然而，簡而言之，局部定位系統所能呈現的籃球技戰術分析可分為「點」、「線」、「面」三大面向，如圖 4-7 所示。

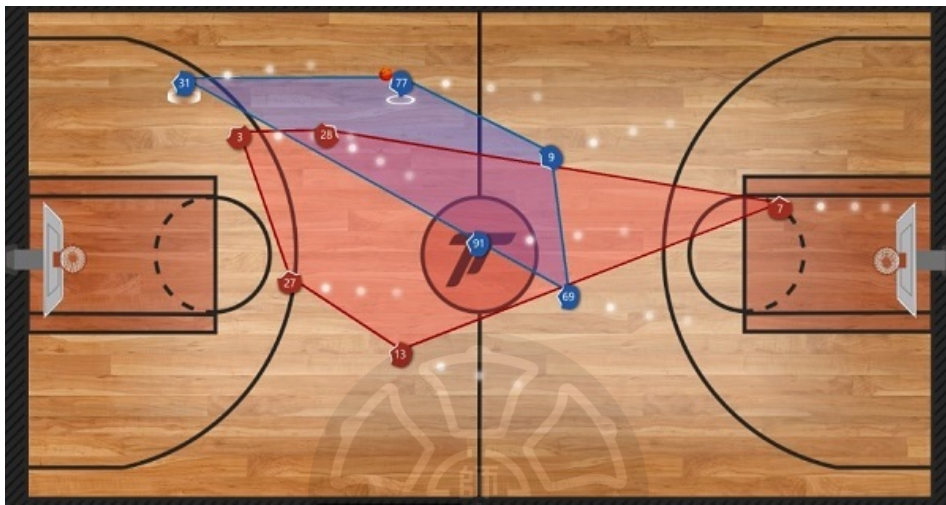


圖 4-7 局部定位系統面積圖

資料來源：運動科學，取自 <https://reurl.cc/xgyNYL>，2021 年 5 月。

首先，「點」，局部定位系統可以立即地呈現選手在場上的位置以及跑動路線與軌跡，而經由研究參與者的分享，這些資訊最主要是能夠幫助教練們更清楚的了解選手在場上的站位與跑位情形是否達到球隊所設定的攻防策略。其次，「線」，點與點之間所連成的距離也是不可忽視的資訊之一，其中不管是持球者與防守者的距離、持球者與協防者的距離、或是持球者與隊友的距離，亦是教練們希望能夠關注數值。最後，「面」，透過局部定位系統的即時影像回饋面積圖，可作為檢討選手在場上空間運用之情形，因為在籃球運動中，空間的利用相當重要，若是將空間拉大，進攻效率有可能隨之提升，反之，若是空間太窄，進攻的路線就更容易受到防守者的干擾。因此，藉由面積圖，教練可以在訓練時，即時回播，使選手可以採用不同於以往的角度來檢視自身在場上的空間運用情形。

就局部定位系統與一般攻守數據統計之差異而論，綜合研究參與者之觀點，局部定位系統最主要能提供體能負荷之數值與面積圖，而這些資訊較難用肉眼看出，但系統卻可以即時與直觀地呈現，而一般攻守數據統計則是較偏向於那些球員在場上的較容易觀察的個人技巧類數據，這類的數據則是需要藉由教練依靠自身經驗解讀數字。但簡言之，追蹤系統所呈現之資訊為「因」，而攻守數據所產生的數值則為「果」，教練可透過比較、對照、與分析這兩類不同的系統所產生的資料，以更全面地了解球員在場上的整體表現狀況，舉例而言，選手有可能因為 Player Load 的數值升高，體能負荷增加，進而導致專注力下降，失誤增加...等。然而，對於一些研究參與者來說，他們依舊認為一般的攻守數據統計現階段對他們來說，相較於局部定位系統，是比較適用的，雖然局部定位系統可以在空間與面積上提供訓練者一些相關資訊，然而這些訊息卻仍偏向輔助性質並僅限於此，實質效益較不彰顯。

在梳理本研究之受訪者回應後可發現，局部定位系統目前應用在籃球技戰術分析之相關應用較少，而本研究之受訪者在過往使用局部定位系統時所監測之指標也尚無將面積與空間的數值納入。然而，推測之主要原因是因為過往將系統應用於籃球之文獻未有技戰術分析之應用，僅有學者將局部定位系統用於量化足球選手的跑位進行戰術分析 (Leser et al., 2015; Olthof, Frencken, & Lemmink, 2018)，在籃球運動上則沒有相關文獻的產出，而另一原因則為，由創明所生產出的局部定位系統在這方向上仍有一些技術性的問題需解決。因此即便面積與空間的資訊對於籃球運動極其重要，但因當前限制導致目前未有相關應用。

## 第五節 局部定位系統當前限制與未來展望

本節統整不同研究參與者就其所需，各自分享自身對於局部定位系統當前使用相關限制之觀點，並提出未來系統之發展與改善之具體建議作為探討，因此以下將分別從「系統技術優化」以及「數據資料庫建置」兩大主軸進行探討及詮釋。

### 一、系統技術優化

不管是藉由過去文獻支持，亦或是本研究之研究參與者依過去使用局部定位系統之經驗分享，皆可得知局部定位系統在某些數據指標上確實有其精準性，而這些指標其中包括總跑動里程、平均速度、不同的速度區間、加速度減速度、以及體能負荷 Player Load。

*目前它比較精準的大概就是，比如說它的跑動里程，就是總跑動里程，然後它的平均速度以及最大速度，然後就是它可以幫你切不同的速度區間，還有加速度減速度，跟所謂的 Player Load，其實都還蠻精準的！(12)*

然而，局部定位系統距離完善卻還有一大段路要走。受訪者 21 表示，首先，其最希望能夠獲得的資訊面積圖為目前局部定位系統的限制之一，原因在於系統在面積的數值的換算上較為複雜與繁瑣，且目前尚無一個明確的定義存在，即便系統能夠解決技術性問題，使用者依然無法斷定換算出的面積是大是小，是正常亦或是超標。其次，系統另外一大限制是目前球無法安裝晶片，因而導致許多籃球技戰術分析類的重要數值無法呈現，例如傳導球次數、投籃幅度。再者，體能負荷分析方面，目前系統在跳躍以及身體碰撞的次數皆有待改善，此方面的資訊若可得知，將有助於教練能在未來訓練課表的安排上更加對症下藥。

這一塊因為換算還蠻複雜的，然後要怎麼樣去定義這個面積是多大，還有它目前球上面還沒有晶片可以放進去，所以對於球傳導的次數，以及投籃的幅度等等，還有待加強。那另外其他的部分可能是，像我們現在其實是用 *Player Load* 去代替身體的衝撞跟彈跳這一部分，但是追蹤系統這一邊如果能在把它換算出說他到底是跳了多少次，然後身體衝撞了多少次，對教練來講，再細分體能訓練的時候，這一部分可能會有更好的幫助！(21)

除此之外，受訪者 12 則認為，因為籃球是需要不斷變換方向的一項運動，如此的動作在長時間下對於體能上耗費相當大，因此教練們會希望能夠精準的呈現閃切的次數；其次，系統不管是在跳躍與碰撞次數上的計算精準度皆需在改善；最後，球的追蹤對於 12 來說亦是未來系統在改善上必不可少的項目，其亦表示，未來系統或許也能夠新建球進與否之相關功能。

它目前比較侷限的地方叫做方向變化，籃球上面閃切很多，而且通常是一兩步馬上就做閃切，那它抓這個閃切的部分可能還沒那麼精準，但是其實方向變化這件事情在籃球上面很耗費體力，所以在做閃切的時候，如果這一個它抓的不精準，它可能就是只是動一下而已，就是跳不出來，所以它如果可以把這個所謂的方向變化這件事情做好，然後加上可以測那個 *jump* 的高度，就是你跳躍的高度或者是次數的話，或者是說我們兩個在碰撞要一起搶籃板的時候，那個 *impact* 有多大，這是國外已經有的數據，所以就是如果把它加上來的話，我想對於它計算那個 *Player Load* 可能又會在更精準一點。(12)

還有一個就是所謂追蹤球的部分，我們很期待它之後可以把 sensor 放到球裡面，然後它可以去算比如說我們的出手弧度啊，或者是球離手有沒有進，它就可以直接變成它自己的一套數據，對那我們覺得這個是它大概未來也許可以做到的。(12)

就追蹤球的觀點而言，32 與多數受訪者相符，其表示若是未來球能夠加入感測器，將會有更多的資訊產生，例如可以知道傳導球次數、進攻的起始點與結束點、以及整場球進攻次數，這些數值對於教練來說都是相當重要的訊息。

如果沒有球我們不知道如何去，以一場籃球比賽來講，我想要知道說一次的進攻大概可以傳導幾次球，以及就是目前現在方向的變化沒有辦法計算出來，如果這兩個可以解決，就是球的傳導的部分，因為它決定整個攻守的一個方向的轉換，然後再來因為沒有球，所以我們不知道什麼時候這個進攻的起始點跟結束點到底在哪裡，那這個是我們想要知道說，一次的進攻大概花多少時間。(32)

如果可以計算出來每一次的攻守的時間，我就可以算出我一場球進攻的次數大概有幾次，比如說我們一場球可能得了六十四分，這六十四分是它的成功率到底是多少，是由 100 次的進攻才有 64 分，就是等於是 60% 的機率，那代表我的成功率我的命中率，或是執行戰術的成功率只有百分之六十而已，那如果這個可以算得出來，我覺得這個系統的功用很大，不過礙於現在它球的部分沒辦法克服。(32)

研究參與者 41 則強調，球的追蹤在未來勢必需要的，若缺少了球，許多籃球場上的攻防細節與情況將無法得知，舉例而言，傳球速度也可以作為未來研究的方向之一，透過系統來判斷勝隊與敗隊的傳球速度是否存在差異性...等。

球是我覺得是 100%要的，因為因為你沒有球，在場上你看不到那個狀況！所以球是一定要，然後球它可以代表的東西也很多，可以看出球員球的速度，好比說，如果可以拆開來看，傳球速度，在比賽當中的傳球速度跟我在練習的傳球速度有什麼不同？那勝隊的傳球速度跟敗隊的傳球速度有沒有什麼不同？可是這在訓練上可能大家都差不多，今天叫我用力傳就會傳，可是在比賽中卻不一定，所以這個其實球出來的話其實也有很多方向也可以做！(41)



## 二、數據資料庫建置

局部定位系統最大的優點即為方便性，不同於全球定位系統 GPS，其不僅架設簡單，球員亦僅需要配戴感測器即可上場比賽，而如此之方便性便可使球隊更加不受阻礙的進行運動表現數據之搜集。

我覺得方便性是它最大的優點，因為第一個，它不受室內外控制，他不是 GPS，那等於說它也不用有很複雜的架設，如果你已經架設好那你就是擺在那邊，那球員其實只要帶一個東西就可以上場比賽，對！(41)

若能夠經常性長期地使用局部定位系統時，對於教練而言，便能更加整握球員的狀況，藉由長期監測與紀錄球員的在體能負荷上各項指標的狀況，教練不管是在訓練上亦或是比賽上就能較客觀的評斷球員在場上的疲勞程度，以進行人員上的調度。

假如我今天在我的訓練場地有這套系統，我每天練球都做這件事情，這個長期下來的數據，搜集儲存，然後再做一些分析以及設定，對再往後教練訓練上是一個非常有價值的東西，當然是我覺得現在目前都還沒有！在比賽也是，我收集了一百場比賽的球員大概的狀況會是怎樣，然後用一個很簡易、很清楚的介面讓教練知道，說這球員現在的狀況是怎樣，他的速度變慢了，他的負荷量到達上限了，這一節扣打用完了，我覺得再配合大數據的話，其實整個效果都會提升更多。

(41)

在正式比賽時候，如果我們是一個長期使用，有一個基本的資料的時候，因為我們在比賽的時候，是憑教練主觀，好比說我覺得這個球員累了，就把他換下來，但是如果我們有這一套系統的時候，如果我們有長期的使用，可能說這個球員跑到五千公尺的時候他可能累了，那我現在看一下數據，他跑了五千公尺，比賽總距離他移動了五千公尺，這時候他可能是累了，就下來，或是說高加減速超過多少次以後，他可能就累了，那我們就可以不會太受自己的主觀，因為有時候教練還是人，有時候還是會失常，所以如果有這一套機器的話我覺得就會蠻客觀的去評斷說球場上，當然不是以表現，就是體能部分他到底是不是累了，那我

們這時候是不是該換這個球員下來，我覺得對教練來講是一個比較客觀的標準。(21)

而由於局部定位系統之使用方式為各球員配戴不同的感測器，因此在長時間的監測與紀錄下，便可看出哪些球員在哪方面的能力較弱，進而對症下藥，依照不同球員的需求，設計客製化之體能訓練課表，以提升訓練效益。

那我覺得最大效益應該是說，因為它是每個人配戴不同的 sensor，所以它是可以去了解每一個不同球員他個別的體能數據，然後去建立專門屬於他做一個客製化的體能菜單，對我們覺得這應該是最好的。(12)

此做法除了能夠更對專一化地進行訓練課表的安排之外，12 認為，過往所搜集之選手運動表現數據也可做為評斷球員再傷後是否已恢復至能夠完整的進行訓練以及比賽的依據，而欲達到此目標便需要長期的使用局部定位系統。

那我覺得還有一個更好的應該是說它可以去看，受傷後的球員要回到球場的時候，他是不是真的到了那個巔峰的狀態。比如說你建立好了之後，我們去看這一個人是不是已經 ready 要回到球場，我覺得這是還蠻不錯的東西，再來就是我可以評估這一個這一季他到底有沒有進步？我的訓練到底有沒有用？我覺得這應該是比較好的一個效益。(12)

在技戰術分析之層面亦然，當球員配戴局部定位系統之感測器不斷地進行戰術實戰演練，便可藉由系統之功能計算出選手在執行戰術時的面積，並於後續進行數據分析，以了解戰術在多少面積下具有最高之成功率。

我設計一個新戰術，我叫選手去做，然後我經過無數次的演練以後，我就可以看這個戰術是不是真的有用，其實就可以知道一個比較大的方向，因為面積空間很重要，你也可以讓球員知道說，我們在空間比較大的狀況下，當然這個是預設啦，就是空間比較大的狀況下，我們成功率是比較高的，那現在因為資訊很發達，所以球員很希望，你給他看一些數據的東西的時候，他其實有時候會比較容易接受，他也比較容易快速理解。(41)

而不僅是在訓練時使用，41 認為，正式比賽中的數據資料才是最珍貴的。然而，目前較可惜的是，在我國，局部定位系統尚未在正式的籃球賽事中被允許使用，更遑論正式大型籃球賽事。因此未來，局部定位系統的方向勢必需先朝向與小型的賽事合作，以獲得收取正式比賽之選手表現數據許可。

其實比較可惜是你沒有辦法，在一個很正式的大比賽去做這件事情，對啊這是比較可惜，可能在一些盃賽可以，但可是大比賽的數據價值很高，所以大家都會想看這個東西，所以未來說不定，我們應該會去先從盃賽開始，先去用一些比較小型的杯賽，跟這個杯賽去討論好說我們要做這件事情，那其實國外都這樣，他們就會搜集一整個杯賽的狀況，所以未來會慢慢朝這個方向去走！(41)

### 三、討論

綜合以上論述，局部定位系統確實能在籃球技戰術分析與體能負荷分析呈現重要的資訊，然而，對於專業籃球教練而言，系統確實尚有改善的空間，因此以下將就系統技術優化以及數據資料庫建置分別論述。

首先，就系統技術優化而論，首先，局部定位系統目前在垂直與水平面的動作監測上依舊有些限制，垂直面之動作主要為跳躍，不管是跳躍的次數亦或是高度系統都還無法準確的感測，但跳躍的動作在籃球運動當中卻幾乎每分鐘都在發生 (Abdelkrim, Fazaa, & El Ati, 2007; Scanlan, Dascombe, & Reaburn, 2011)；水平面的動作則主要包括變換方向以及碰撞，在籃球運動中，變換方向及身體碰撞等動作發生的頻率相當的頻繁 (Roell, Roecker, Gehring, Mahler, & Gollhofer, 2018; Svilar, Castellano, & Jukic, 2019)，而系統目前亦無法精準的測量與計算這些指標的數值。其次，本研究之研究參與者皆表示局部定位系統在籃球技戰術分析能夠提供面積圖，使教練了解選手在場上的空間運用情形。然而，目前系統在此方面依舊存在一些技術上的問題，導致本研究之受訪者依舊無法實際運用這項指標。最後，所有研究參與者們皆表示，未來系統勢必著手改善目前無法追蹤球的這項限制。對於專業籃球教練而言，球的追蹤若能實踐，將能夠提供許多不同的資訊，其中包括傳球次數、傳球速度、進攻次數、進攻的開始與結束...等，進而強化局部定位系統在籃球技戰術分析之應用廣度與深度。

以數據資料庫建置來看的話，多數研究參與者皆認為，若能夠長期使用局部定位系統監測選手的運動表現，其效益將能夠更大的發揮。藉由長期的監測與紀錄，便能夠建立一個類似選手的數據資料庫，而由於每個選手皆是配戴不同的感測器，因此所有數據皆能夠個人化的呈現。然而，單純的監測與紀錄卻是不夠，若是要真正地將這些數值與資訊轉換成為實質的效益，資料科學與大數據的介入必不可少。在經過長時間的累積，每位選手的在各項數據指標的強弱以及平時訓練亦或是比賽的運動表現都將能夠清楚的呈現，並透過資料科學與大數據的分析，將這些數值轉化成有利的資訊以作為比賽中人員調度的依據、評斷傷癒的球員是否能夠正常的訓練、以及針對每位球員的在較弱的數據指標設計訓練課表...等。

## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

#### 一、球員各項表現數據

以跑動里程而言，整體球員在比賽中，第一節呈現最高平均跑動里程，而以位置細分的話，前鋒與中鋒在第一節經歷較高平均跑動里程數，後衛則是在第二節呈獻較高平均跑動里程數。不同位置間的比較中，平均跑動里程最高之球員位置為前鋒，最低平均跑動里程之球員位置則是後衛。

以體能負荷 Player Load 來看，整體球員在第四節經歷較高平均體能負荷 Player Load，以位置細分而言，後衛與中鋒皆在第四節經歷較高平均 Player Load，而前鋒則是第二節。若以不同位置間進行比較的話，前鋒與其他兩個位置相較之下經歷了較高 Player Load，最低則是中鋒。

#### 二、球員各項表現數據之差異

##### (一) 球員在不同防守策略下各項表現數據之差異

在不同防守策略下，球員不管是在跑動里程上亦或是體能負荷 Player Load 上皆無顯著差異，顯示球員不管是在執行全場盯人亦或是半場區域防守策略時，跑動里程與體能負荷 Player Load 趨近於一致。

##### (二) 球員在不同節次中各項表現數據之差異

在不同節次中，球員在第一節與第二節之跑動里程顯著高於第三節，而球員在各節之體能負荷 Player Load 則是沒有顯著差異。

### (三)不同位置球員在各項表現數據之差異

在不同位置間，僅有前鋒球員在平均跑動里程上顯著高於後衛球員，其餘位置間不管是在平均跑動里程上亦或是體能負荷 Player Load 上皆無顯著差異。

### 三、局部定位系統在籃球體能負荷分析之應用

研究參與者在將實際將局部定位系統應用於籃球體能負荷分析時，主要監測的指標分為三類：距離、速度、體能負荷。距離包括總移動距離、平均跑動距離、以及不同速度區間下的跑動距離；速度主要是選手在場上的加速度與減速度；體能負荷則是本研究所分析之指標 Player Load。

不管是跑動距離、加速度減速度、以及 Player Load，最主要的功用即為用於判斷球員在場上的負荷情形，透過監測與紀錄這些指標，教練得以了解球員在比賽與訓練的強度，以作為訓練量的控制、強度的模擬、疲勞的監控以免傷害產生。

### 四、局部定位系統在籃球技戰術分析之應用

局部定位系統所能呈現的技戰術分析可分為「點」、「線」與「面」。「點」為系統所呈現之場上球員所在的位置；「線」為系統所呈現之場上球員位置與位置間的距離；「面」則為三人或三人以上所形成的空間。由於在籃球運動中，空間的運用牽動著進攻的效率，因此教練與球員皆可透過系統所呈現之面積圖以了解與檢視場上空運情形。

局部定位系統所呈現的技戰術分析可說是「因」，其主要供球員體能負荷之數值與面積圖，而一般的攻守數據統計為「果」，其主要則是提供球員在場上的個人技巧類數據，透過相互比較、對照、以及分析這兩種不同資訊，教練可更全面睇了解球員在場上的整體表現狀況。

## 五、局部定位系統當前限制與未來展望

以系統技術優化來看，局部定位系統目前在體能負荷分析之層面，主要是跳躍、變換方向、碰撞等動作的監測上尚需優化及改善，而在技戰術分析之層面，系統未來則是需要著手改善面積的計算以及新增球的追蹤，因為這兩項的指標的優化對於籃球技術教練而言，將會為他們帶來許多不同的資訊以強化局部定位系統在籃球技戰術分析之應用的深度與廣度。

以數據資料庫的建置來看，長期的使用局部定位系統監測選手的運動表現將會使系統的效益發揮最大化。透過長期的追蹤與監測，以建立選手個人化的數據資料庫，並透過資料科學與大數據的分析，將數值轉換成有用的資訊，了解球員在不同指標上的強項與弱項，以作為比賽中人員調度的依據、評斷傷癒球員回復狀況、以及設計個人化的訓練課表。



## 第二節 建議

本研究根據上述研究結論，提出未來研究建議與實務相關建議，以提供研究者及有關單位管理者參酌：

### 一、未來研究建議

#### (一)研究參與者

由於本研究於執行練習賽時，12 名研究參與者皆屬同隊伍，並分為兩組，第一組負責第一節與第三節，第二組負責第二節及第四節，此分配模式推論為造成球員在不同節次間在各項指標中無顯著差異之原因，因此建議後續研究在研究參與者的分配上，可以採用五人打完整場比賽，亦或是模擬正式比賽中七到八人之輪替方式。在質性研究部分，建議未來可以針對局部定位系統開發商、體能教練、亦或是球員進行訪談，以進一步了解不同角色對於系統之看法與觀點。

#### (二)研究變項

本研究主要探討之變項為跑動里程以及體能負荷 Player Load，根據本研究之質性研究結果可得知，專業籃球教練對於球場上的空間、球的追蹤、加速度減速度以及變換方向等指標相當看重，因此建議未來研究可針對上述指標加以進行研究。除此之外，未來研究也可針對不同性別亦或是不同層級的球員進行分析。

#### (三)數據搜集

根據本研究之結果可得知，正式比賽的數據對於專業籃球教練而言最為重要，因此建議未來可針對正式比賽進行數據搜集，而比賽之數據亦可分為單場比賽亦或是多場比賽，單一場比賽得以使教練了解該場比賽球員之運動表現狀況為何，而多場比賽之數據搜集得以讓教練了解球隊整體常態性的運動表現情形。

## 二、實務建議

### (一)全方位之訓練

在本研究中主要針對一場練習賽進行數據搜集，雖然僅代表該場比賽的球員狀況，然而，透過數據的分析依然可得知，不同位置球員在跑動距離與體能負荷皆無顯著差異，其中的原因可能為現代的籃球主流戰術與打法正在逐漸地改變，而我國在身材上大多屬於比較矮小，因此中鋒球員不管是在速度、敏捷性、甚至於進攻範圍與射程範圍都漸漸地受到重視，球員不同位置間整體的劃分與分工已不再那麼明顯，因此建議球員在訓練上不應將球員局限於場上的位置，而是接受全面性的體能訓練與技術訓練才能適應現代籃球的主流趨勢。

### (二)選手數據資料庫建置

研究參與者認為，若是可行，長期配戴裝置可將其效益發揮最大化，藉由長時間配戴局部定位系統之儀器，以長期監測、紀錄、觀察、以及追蹤運動員不管是在季中或是休賽期，並建立一套選手數據資料庫建置，以了解選手在不同指標上之常態性體能狀況，進而制定訓練課表，對症下藥，強化選手不足之處。

### (三)系統優化

對於本研究之受訪者而言，首先，系統未來在追蹤球的部分之改善勢必是首當其衝，對於籃球教練而言，追蹤球的功能若是能新增，再透過對照一般攻守數據統計，教練將能更全面地掌握球員在場上的技戰術表現；其次，面積計算對於教練們而言亦為相當重要的技戰術指標，因為籃球場上的空間影響著進攻成功與否；再者，在體能負荷分析方面，籃球場上常出現的加速度與減速度以及變換方向也是系統開發商在未來勢必需要更精準，以供教練們參考與分析。

### 第三節 研究限制

本研究根據上述研究結果、結論與建議，提出本研究之相關研究限制，以下將分點論述：

#### 一、研究參與者之限制

在本研究之量化研究中，12名研究參與者皆屬於同一隊伍，並將其分為兩組，組別一的球員於第一節與第三節上場，組別二的球員則於第二節與第四節上場，與另一球隊進行比賽。如此之分配方式使得各節次中，皆有研究參與者呈現完全無上場之情形，導致本研究結果與大多數過往研究結果相左，且造成在研究結果上的推論限制。

#### 二、研究樣本數之限制

本研究僅針對單一場籃球對抗賽進行數據收集，此限制導致本研究之樣本數不足。故本研究之結果僅能推估該場賽事之球員運動表現情形，無法得知球員整體運動表現之常態性的樣貌。

#### 三、數據收集場域之限制

本研究之球員運動表現數據收集場域為練習賽，而非正式之籃球運動賽事。然而，練習賽與正式籃球賽之強度依舊具有些許差異，故本研究之結果僅能推估該場練習賽之球員運動表現情形。

## 參考文獻

方麒堯、相子元 (2020)。局部定位系統應用於運動員追蹤。2020 年 7 月 22 日，取自

<https://www.sportscience.com.tw/article/detail/%E5%B1%80%E9%83%A8%E5%AE%9A%E4%BD%8D%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E6%87%89%E7%94%A8%E6%96%BC%E9%81%8B%E5%8B%95%E5%93%A1%E8%BF%BD%E8%B9%A4>

方麒堯、相子元 (2020)。運動員追蹤系統。2020 年 5 月 13 日，取自

<https://www.sportscience.com.tw/article/detail/%E9%81%8B%E5%8B%95%E5%93%A1%E8%BF%BD%E8%B9%A4%E7%B3%BB%E7%B5%B1>

王文科、王智弘 (2014)。教育研究法。台灣五南圖書出版股份有限公司。

李逸驊、蔡琪揚、陳韋翰、黃冠勛、戴沁琳 (2019)。穿戴加速規測量大專籃球聯賽公開男生組第一級隊伍之運動強度。大專體育學刊，21(4)，342-352。

林文斌、葉劭緯、楊鎮浯 (2017)。從數據科學觀點探討中華職棒球員與球團效率管理。體育學報，50(S)，91-107。

林蕙如 (2015)。大數據時代襲捲，美國 MBA 開設資料科學相關課程。2015 年 1 月 6 日，取自天下雜誌。取自 <https://www.cw.com.tw/article/5063520>

科技部 (2018)。精準運動科學研究專案計畫。2018 年 4 月 27 日，取自

[https://www.most.gov.tw/folksonomy/detail?article\\_uid=ca77e278-b376-46c1-b622-ee3c826cf6d5&menu\\_id=9aa56881-8df0-4eb6-a5a7-32a2f72826ff&l=ch](https://www.most.gov.tw/folksonomy/detail?article_uid=ca77e278-b376-46c1-b622-ee3c826cf6d5&menu_id=9aa56881-8df0-4eb6-a5a7-32a2f72826ff&l=ch)

高麗娟、黃光獻 (2014)。體育運動質性資料分析方法。體育學報，47(2)，159-177。

許懷中、黃致豪 (2017)。以大數據分析球員技術面表現，對戰組合與中華職棒歷年票房之相關性。體育學報，50(S)，79-90。

- 陳向明 (2002)。 *社會科學質的研究*。五南圖書出版股份有限公司。
- 程紹同 (2016)。運動產業 4.0 時代之大數據新思維。 *運動管理*, (33), 19-44。
- 鈕文英 (2015)。 *研究方法與論文寫作 (第二版)*。臺北市：雙葉書廊。
- 潘淑滿 (2003)。 *質性研究：理論與應用*。臺北市：心理出版社。
- 鄧碧珍、戴沁琳、錢薇娟、蔡琪揚、陳仕佳 (2021)。以運動員追蹤系統量化大專籃球  
員半場及全場攻防之身體負荷量。 *華人運動生物力學期刊*, 18(1), 19-25。
- 錢薇娟、蔡琪揚、方麒堯、陳韋翰 (2020)。局部定位系統結合 IMU 在量測籃球運動表  
現與負荷之應用。 *運動表現期刊*, 7(1), 29-44。
- 羅莉雯 (2019)。以迴歸樹預測美國職棒大聯盟各球隊的年度勝率及晉級季後賽之名單。  
淡江大學大數據分析與商業智慧碩士學位學程學位論文, 1-60。
- Abdelkrim, N. B., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.
- Akerkar, R., & Sajja, P. S. (2016). *Intelligent techniques for data science*. Cham: Springer International Publishing.
- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., la Cruz-Sánchez, D., Reche-Royo, X., Ibáñez, S. J., & Pino Ortega, J. (2019). Accuracy and inter-unit reliability of ultra-wide-band tracking system in indoor exercise. *Applied Sciences*, 9(5), 939.
- Becca L. (2014). Universities increasing programs for scientists. Retrieved from <https://www.wallstreetandtech.com/careers/universities-increasing-programs-for-data-scientists/d/d-id/1318139.html>
- Bojanova, I. (2014). It enhances football at world cup 2014. *IT Professional*, 16(4), 12-17.

- Brito, Â., Roriz, P., Silva, P., Duarte, R., & Garganta, J. (2017). Effects of pitch surface and playing position on external load activity profiles and technical demands of young soccer players in match play. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(6), 92-918.
- Cady, F. (2017). *The data science handbook*. John Wiley & Sons.
- Cao, L. (2017). Data science: A comprehensive overview. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 50(3), 1-42.
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 43(10), 1025-1042.
- Davenport, T. H., Patil, D. J., & Scientist, D. (2012). The sexiest job of the 21st century. *Harvard Business Review*, 9.
- Donoho, D. (2017). 50 years of data science. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 26(4), 745-766.
- Douglas, A. S., & Kennedy, C. R. (2020). Tracking In-Match Movement Demands Using Local Positioning System in World-Class Men's Ice Hockey. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(3), 639-646.
- Ely, M., Anzul, M., Freidman, T., Garner, D., & McCormack-Steinmetz, A. (1991). *Doing qualitative research: Circles within circles* (Vol. 3). Psychology Press.
- Forbes business (2020). <https://www.forbes.com/business>
- Frencken, W. G. P., & Lemmink, K. A. P. M. (2008). Team kinematics of small-sided soccer games: A systematic approach. *In Science and football VI* (pp. 187-192). Routledge.
- Frencken, W., Lemmink, K., Delleman, N., & Visscher, C. (2011). Oscillations of centroid position and surface area of soccer teams in small-sided games. *European Journal of Sport Science*, 11(4), 215-223.

- Frencken, W., Van Der Plaats, J., Visscher, C., & Lemmink, K. (2013). Size matters: Pitch dimensions constrain interactive team behaviour in soccer. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26(1), 85-93.
- García, F., Vázquez-Guerrero, J., Castellano, J., Casals, M., & Schelling, X. (2020). Differences in physical demands between game quarters and playing positions on professional basketball players during official competition. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(2), 256.
- George, G., Osinga, E. C., Lavie, D., & Scott, B. A. (2016). Big data and data science methods for management research. *Academy of Management Journal*, 59(5), 1493–1507.
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Ectj*, 29(2), 75.
- Hasan, H. S., Hussein, M., Saad, S. M., & Dzahir, M. A. M. (2018). An Overview of Local Positioning System: Technologies, Techniques and Applications. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(3.25), 1-5.
- Hodder, R. W., Ball, K. A., & Serpiello, F. R. (2020). Criterion Validity of Catapult ClearSky T6 Local Positioning System for Measuring Inter-Unit Distance. *Sensors*, 20(13), 3693.
- Hoppe, M. W., Baumgart, C., Polglaze, T., & Freiwald, J. (2018). Validity and reliability of GPS and LPS for measuring distances covered and sprint mechanical properties in team sports. *PloS one*, 13(2), e0192708.
- Huang, K. , & Chen, K. (2011). Multilayer perceptron for prediction of 2006 world cup football game. *Advances in Artificial Neural Systems*, 2011 , 1–8.
- Huang, K. Y. , & Chang, W. L. (2010). A neural network method for prediction of 2006 World Cup Football game. *The 2010 international joint conference on neural networks (IJCNN)* (pp. 1–8). IEEE .

- Jennings, D., Cormack, S. J., Coutts, A. J., & Aughey, R. J. (2012). GPS analysis of an international field hockey tournament. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 224-231.
- Kempton, T., Sirotic, A. C., & Coutts, A. J. (2017). A comparison of physical and technical performance profiles between successful and less-successful professional rugby league teams. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 520-526.
- Leser, R., Moser, B., Hoch, T., Stögerer, J., Kellermayr, G., Reinsch, S., & Baca, A. (2015). Expert-oriented modelling of a 1vs1-situation in football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(3), 949-966.
- Lewis, M. (2004). *Moneyball: The art of winning an unfair game*. New York, NY: WW Norton & Company.
- Maxcy, J., & Drayer, J. (2014). Sports analytics: Advancing decision making through technology and data. *Institute for Business and Information Technology, Fox School of Business, Temple University*.
- Mikalonytė, R., & Paulauskas, R. (2020). The changes in physical demands between game parts of junior female handball players. *Pedagogika*, 80-95.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Miljković, D., Gajić, L., Kovačević, A., & Konjović, Z. (2010, September). The use of data mining for basketball matches outcomes prediction. In *IEEE 8th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics* (pp. 309-312). IEEE.
- Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. *Health Services Research*, 34(5 Pt 2), 1189.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods*. California: Sage Publications, Inc.

- Pino-Ortega, J., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., Hernández-Belmonte, A., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2019). Impact of contextual factors on external load during a congested-fixtured tournament in elite U'18 basketball players. *Frontiers in Psychology, 10*, 1100.
- Portes, R., Jiménez, S. L., Navarro, R. M., Scanlan, A. T., & Gómez, M. Á. (2020). Comparing the External Loads Encountered during Competition between Elite, Junior Male and Female Basketball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(4), 1456.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big data, 1*(1), 51-59.
- Rico-González, M., Los Arcos, A., Clemente, F. M., Rojas-Valverde, D., & Pino-Ortega, J. (2020). Accuracy and Reliability of Local Positioning Systems for Measuring Sport Movement Patterns in Stadium-Scale: A Systematic Review. *Applied Sciences, 10*(17), 5994.
- Rico-González, M., Los Arcos, A., Nakamura, F. Y., Moura, F. A., & Pino-Ortega, J. (2020). The use of technology and sampling frequency to measure variables of tactical positioning in team sports: A systematic review. *Research in Sports Medicine, 28*(2), 279-292.
- Rico-González, M., Pino-Ortega, J., Nakamura, F. Y., Arruda Moura, F., Rojas-Valverde, D., & Los Arcos, A. (2020). Past, present, and future of the technological tracking methods to assess tactical variables in team sports: A systematic review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology, 234*(4), 281-290.
- Roell, M., Roecker, K., Gehring, D., Mahler, H., & Gollhofer, A. (2018). Player monitoring in indoor team sports: concurrent validity of inertial measurement units to quantify average and peak acceleration values. *Frontiers in physiology, 9*, 141.

- Scanlan, A., Dascombe, B., & Reaburn, P. (2011). A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1153-1160.
- Serrano, C., Felipe, J. L., Garcia-Unanue, J., Ibañez, E., Hernando, E., Gallardo, L., & Sanchez-Sanchez, J. (2020). Local Positioning System Analysis of Physical Demands during Official Matches in the Spanish Futsal League. *Sensors*, 20(17), 4860.
- Shapiro, S. L., & Drayer, J. (2012). A new age of demand-based pricing: An examination of dynamic ticket pricing and secondary market prices in Major League Baseball. *Journal of Sport Management*, 26(6), 532-546.
- Shapiro, S. L., & Drayer, J. (2014). An examination of dynamic ticket pricing and secondary market price determinants in Major League Baseball. *Sport Management Review*, 17(2), 145-159.
- Trapero, J., Sosa Marín, C., Zhang, S., Portes, R., Gómez-Ruano, M. Á., Bonal, J., & Lorenzo Calvo, A. (2019). Comparison of the Movement Characteristics Based on Position-Specific Between Semi-Elite and Elite Basketball Players. *Revista de psicología del deporte*, 28(3), 0140-145.
- Vazquez-Guerrero, J., Fernández-Valdés, B., Jones, B., Moras, G., Reche, X., & Sampaio, J. (2019). Changes in physical demands between game quarters of U18 elite official basketball games. *Plos One*, 14(9), e0221818.
- Vazquez-Guerrero, J., Reche, X., Cos, F., Casamichana, D., & Sampaio, J. (2020). Changes in external load when modifying rules of 5-on-5 scrimmage situations in elite basketball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(11), 3217-3224.
- Vieira, L. H. P., Aquino, R., Moura, F. A., de Barros, R. M., Arpini, V. M., Oliveira, L. P., & Santiago, P. R. (2019). Team dynamics, running, and skill-related performances of Brazilian U11 to professional soccer players during official matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(8), 2202-2216.

Yang, J. B., & Lu, C. H. (2012). Predicting NBA championship by learning from history data. *Proceedings of Artificial Intelligence and Machine Learning for Engineering Design*.



## 附錄一 訪談同意書

您好！

首先，感謝您撥空同意受訪，在進行訪問之前，有一些關於本研究的內容及您的權利必須先向您說明。

本研究之研究主題為：「從資料科學觀點探討籃球運動數據分析之應用」，本研究之目的是期望透過資料科學之觀點，探討籃球運動數據分析之應用，以局部定位系統為研究工具，透過此系統所量化出來的數據進行分析與詮釋，並於實驗結束之後，訪談使用此系統之教練與球員，以了解此系統所能夠提供之實際效益為何。

本研究將採用半結構式訪談法蒐集您對於使用局部定位系統後的觀點與想法，訪談時間約 30 分鐘，為避免資料遺漏，將全程錄音以詳實轉錄為逐字稿進行資料分析，錄音內容不會讓第三人知道；第一次訪談結束後，若我有疑問或需要釐清的部分，經過您再次同意後，將進行第二次訪談或電訪。逐字稿的內容亦會提供給您確認無誤後，再進行研究結果的撰寫。

本研究訪談內容僅作為學術研究使用，研究者會謹守研究倫理，一切和您有關的人名、資料等都將以匿名的方式處理，在論文中，您的名字亦會以代號表示，以保護您的隱私。在訪談過程中，您隨時有權利要求暫停或退出此研究，若您有不想談，或不舒服的感受，請讓我知道或拒絕繼續訪問，我將尊重您的意願停止訪問，並在您的確認下銷毀錄音內容。

若您同意以上內容，請您於本同意書簽下您的名字，再次誠摯感謝您撥空參與協助本研究。

國立臺灣師範大學體育學系碩士生 許軒瑜

我已詳讀上述說明，也清楚瞭解相關細節與我的權利，我同意接受訪問，本同意書正本一式二份，由受訪者與研究者共同留存。

---

受訪者簽名

日期

---

研究者簽名

日期

## 附錄二 訪談大綱 (教練)

教練您好：

非常感謝您抽空接受訪問，為瞭解您對於局部定位系統之使用經驗與看法，您的分享對於本研究結果非常重要，只需依據您的實際狀況及感受回答即可。本研究僅供學術研究使用，您所分享的資訊將受到保護，請您放心，再次衷心感謝您對本研究的協助。

敬祝 平安順心

國立臺灣師範大學運動與休閒學院體育系碩士班

研究生：許軒瑜 敬上

指導教授：陳美燕 博士

共同指導教授：梁嘉音 博士

1. 您認為局部定位系統能否呈現技戰術分析？若可，其能夠呈現何種技戰術分析？帶來的效益與幫助為何？
2. 您認為局部定位系統能否呈現體能負荷分析？若可，其能夠呈現何種體能負荷分析？帶來的效益與幫助為何？
3. 您認為在平常訓練時使用局部定位系統是否能夠對球隊有所幫助？其原因為何？
4. 您認為哪些局部定位系統所提供的數據與資訊能夠在比賽中提供實質的幫助？其原因為何？
5. 以一名教練的立場，您個人最為看重哪項局部定位系統所提供之數據與資訊？其原因為何？
6. 您認為局部定位系統與一般攻守數據統計間最大的差異為何？
7. 以一名教練的立場，您認為局部定位系統與一般攻守數據統計哪一項數據分析能夠為您帶來較直接與實質的效益？
8. 您認為目前局部定位系統是否有限制？若有的話，未來可改善的方向為何？